# Metodologija praćenja arborikulturnog stanja i zahvata na pojedinačnom stablu u kategoriji spomenika prirode na primjeru hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) u Rakitovcu

**Muršić, Miran**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:315764

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**

*Repository / Repozitorij:*

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**

**URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITE PRIRODE I OKOLIŠA**

**Miran Muršić**

# Metodologija praćenja arborikulturnog stanja i zahvata na pojedinačnom stablu u kategoriji spomenika prirode na primjeru hrasta lužnjaka ( *Quercus robur* L.) u Rakitovcu

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2018.**

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

# Metodologija praćenja arborikulturnog stanja i zahvata na pojedinačnom stablu u kategoriji spomenika prirode na primjeru hrasta lužnjaka ( *Quercus robur* L.) u Rakitovcu

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša

Predmet: Rasadnička proizvodnja ukrasnoga bilja

Ispitno povjerenstvo: 1. doc. dr. sc. Damir Drvodelić

2. doc. dr. sc. Vinko Paulić

3. doc. dr. sc. Damir Ugarković

Student: Miran Muršić

JMBAG: 0068210290

Broj indeksa: 783/16

Datum odobrenja teme: 27. 03. 2018

Datum predaje rada: 26. 09. 2018.

Datum obrane rada: 28. 09. 2018.

**Zagreb, rujan, 2018.**

## Dokumentacijska kartica

| | |
|---|---|
| **Naslov** | Metodologija praćenja arborikulturnog stanja i zahvata na pojedinačnom stablu u kategoriji spomenika prirode na primjeru hrasta lužnjaka ( *Quercus robur* L.) u Rakitovcu |
| **Title** | Methodology of monitoring arboricultural conditions and interventions on the individual tree in the category of natural monuments on the example of penduculate oak ( *Quercus robur* L.) in Rakitovec |
| **Autor** | Miran Muršić |
| **Adresa autora** | Velika Gorica, Trg A. Starčevića 34 |
| **Mjesto izrade** | Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu |
| **Vrsta objave** | Diplomski rad |
| **Mentor** | doc. dr. sc. Damir Drvodelić |
| **Izradu rada pomogao** | Doc. dr. sc. Vinko Paulić |
| **Godina objave** | 2018. |
| **Obujam** | Broj stranica: 47; slika: 33; tablica: 15; grafikona: 6; navoda literature: 26 |
| **Ključne riječi** | Arborikultura, spomenik prirode, rezistografija, tomograf, klijavost, vlaga plodova, fenologija, vitalitet sjemena, morfometrija |
| **Key words** | Arboriculture, natural monument, resistography, tomography, germation, morphometry, phenology, seed moisture, seed vitality |
| **Sažetak** | Rad se zasniva na proučavanju pojedinačnog hrasta lužnjaka iz kategorije spomenika prirode podkategorije rijetki primjerci drveća. Nastoji se obuhvatiti aspekte stabla: specifični smještaj u blizini škole, značenje u društvenoj zajednici, fenologija i svojstva stabla (visina, prsni promjer, opseg debla, svojstva plodova, zdravstveno stanje, uključujući predviđene mjere za sanaciju). Predlaže se obrazac za monitoring stabala iz kategorije spomenika prirode na osnovi primjene znanstvenih metoda: fenološka motrenja, istraživanje morfologije plodova, vitalitet plodova, sadržaj vlage, klijavost, vizualno-kontrolna metoda, tomografija i rezistografija. Kao dodatak ovoga rad skicirane su i ideje obrazovne, kulturološke i turističke promocije. |

| | | |
|---|---|---|
| | **IZJAVA**<br>**ODGOVORNOSTI**<br>**RADA** | **OB ŠF 05 07**<br>Revizija:1<br>Datum:. |

„Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.“

_____

*vlastoručni potpis*

Miran Muršić

U Zagrebu, 28. 09. 2018.

## *Zahvale*

Zahvaljujem svima kojima su mi pomogli u ostvarenju ovog diplomskog rada. Prije svega zahvaljujem svome mentoru doc. dr. sc. Damiru Drvodeliću koji mi je dao upute za rad i pratio s mnogo razumijevanja i strpljenja kroz cijelo vrijeme njegova nastanka, pomažući dragocjenim uputama. Zahvaljujem i doc. dr. sc. Vinku Paulić koji mi je pružio dragocjenu pomoć posebno u dijelu arborikulturnog istraživanja. Zahvaljuje se dipl. inž. šum. Mariju Šangu na pomoći kod proučavanja klijavosti. Zahvaljujem se penjaču mag. ing. silv. Vedranu Zecu na pomoći kod arborikulturnih ispitivanja na terenu. Zahvaljujem se i voditelju Područne osnovne škole Rakitovec učitelju Miroslavu Grahovcu koji mi je dao niz vrijednih podataka o značenju promatranog stabla za mjesto, a posebno za učenike škole. Moj diplomski rad završni je korak u studiranju na Šumarskom fakultetu, dio je mog sveukupnog iskustva, pa zahvaljujem svima s kojima sam u tom procesu surađivao: svojim profesorima i svojim kolegama studentima.

# Sadržaj

1. Uvod ..... 1
1.1. Sadržaj rada ..... 1
1.2 Rakitovec ..... 2
1.3 Osnovna škola u Rakitovcu ..... 3
1.4 Hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu ..... 3
1.5 Spomenik prirode ..... 4
1.6 Trenutni obrazac za praćenje stanja ..... 6
2. Metode i cilj rada ..... 7
2.1 Predloženi obrazac ..... 8
2.2 Metode kojima se ispunio obrazac ..... 10
2.3 Cilj Rada ..... 14
3. Rezultati ..... 15
3.1 Analiza fenofaza ..... 15
3.2 Masa pojedinačnih plodova ..... 20
3.3 Masa 1000 zračno suhih plodova ..... 21
3.4 Morfometrija plodova ..... 22
3.5 Okularna metoda procjene kvalitete plodova ..... 23
3.6 Vitalitet plodova ..... 24
3.7 Sadržaj vlage ..... 25
3.8 Laboratorijska klijavost ..... 26
3.9 Rezultati VTA analize ..... 28
3.10 Tomografiranje ..... 29
3.11Rezistografiranje ..... 31
4. Rasprava ..... 39
5. Zaključak ..... 42
6. Popis literature ..... 45

**POPIS SLIKA**

Slika 1: Tabla mjesta Rakitovec (Izvor: Facebook.com 27. lipnja 2018.)

Slika 2: Hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu (izvor: Miran Muršić, 15. travnja 2017.)

Slika 3: Obrazac zaštićenih područja (Izvor: Bioportal http://www.bioportal.hr/gis/)

Slika 4: Numirerane grane planirane za rezistografiranje (Izvor: Miran Muršić 3. veljače 2018.)

Slika 5: Početak listanja i cvatnje hrasta lužnjaka u dvorištu škole u Rakitovcu ( Izvor: Miran Muršić 1. travnja 2017.)

Slika 6: Hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu sa potpuno razvijenim lišćem ( Izvor: Miran Muršić 15. travnja 2017.)

Slika 7: početak razvijanja žira (Izvor: Miran Muršić 14. svibnja 2017.)

Slika 8: Padanje lišća i dozrelog ploda ( Izvor: Miran Muršić 24. rujna 2017.)

Slika 9: hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu bez lišća prije otvaranja pupova (Izvor: Miran Muršić 1. travnja 2018.)

Slika 10: Imaga i jajašca hrastove mrežaste stjenice(*Corythucha arcuata* Say, 1832) na listu hrasta lužnjaka u dvorištu škole u Rakitovcu ( izvor: Miran Muršić 27. travnja 2018.)

Slika 11: Trulež kotiledona kao rezultat primarne infekcije ( Izvor Miran Muršić 23. studenog 2017)

Slika 12: Tomogram debla na visini od 0,4 m

Slika 13: Tomogram debla hrasta lužnjaka u dvorištu škole u Rakitovcu na deblu na visini od 1,8 m

Slika 14: Rezistogram bušenja 1

Slika 15: Rezistogram bušenja 2

Slika 16: Rezistogram bušenja 3

Slika 17: Rezistogram bušenja 5

Slika 18: Rezistogram bušenja 5.1

Slika 19: Rezistogram bušenja 7

Slika 20: Rezistogram bušenja 6

Slika 21: Rezistogram bušenja 6.1

Slika 22: Rezistogram bušenja 8

Slika 23: Rezistogram bušenja 8.1

Slika 24: Rezistogram bušenja 9

Slika 25: Rezistogram bušenja 10

Slika 26: Rezistogram bušenja 11

Slika 27: Rezistogram bušenja 11.1

Slika 28: Rezistogram bušenja broj 12

Slika 29: Rezistogram bušenja 12.1

Slika 30: Rezistogram bušenja 13

Slika 31: Rezistogram bušenja 13.1

Slika 32: Rezistogram bušenja 14

Slika 33: Rezistogram bušenja 15

## Popis tablica

Tablica 1: Tablica stabala spomenika prirode

Tablica 2: Prošireni obrazac za zaštitu stabala iz kategorije spomenika prirode podkategorije rijetki primjerci drveća

Tablica 3: Prazni VTA obrazac koji se prilaže uz obrazac za zaštitu stabala iz kategorije spomenika prirode podkategorije rijetki primjerci drveća

Tablica 4: Fenofaze s objašnjenjima svake faze ( Prezentacija Fenologija šumskog drveća, 2014)

Tablica 5: Generativne faze sa objašnjenjem svake faze( Prezentacija Fenologija šumskog drveća, 2014)

Tablica 6: Ocjene vizualne procjene tomografiranja ( Izvor: Huljenić, 2014)

Tablica 7: analiza lisnih fenofaza i generativnih faza starog hrasta u Rakitovcu

Tablica 8: Deskriptivna statistika mase pojedinačnih plodova

Tablica 9: Deskriptivna statistika mase 1000 zračno suhih plodova

Tablica 10: Deskriptivna statistika važnijih morfoloških značajki plodova

Tablica 11: Klijavost plodova po danima

Tablica 12: Ispunjeni VTA obrazac za hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu

Tablica 13: Tablica rezultata rezistografiranja

Tablica 14: prikaz udjela mjesta bušenja u odnosu na udio zabilježenog zdravog drva

Tablica 15: Popunjeni predloženi obrazac za zaštitu stabala iz kategorije spomenika prirode podkategorije rijetki primjerci drveća

## Popis grafikona

Grafikon 1: Normalitet distribucije mase pojedinačnih plodova

Grafikon 2:Okularna metoda procjene zdravstvenog stanja plodova

Grafikon 3: Vitalitet plodova određen metodom flotacije

Grafikon 4: Sadržaj vlage i suhe tvari u plodovima

Grafikon 5: Klijavosti kroz dane

Grafikon 6: Omjer zahvaćene površine i ukupne površine debla hrasta na visini od 0,4 m

# 1. Uvod

Očuvanjem starih stabala osim povećanja materijalne vrijednosti imovine utječe se na estetske i funkcionalne koristi koje određenostablo pruža.

Za pravilno očuvanje starih stabala potrebno je vrijeme, dobar projekt, komunikacija i materijalna sredstva. Konzervacija stabala započinje s poznavanjem osnovnih informacija o zdravstvenom stanju stabla i tlu kojeg ga okružuje. Stabla su živi organizmi koji reagiraju na aktivnosti provedene na njima i prostoru koji ih okružuje (Drvodelić, 2014).

U svrhu kvalitetnije zaštite stabla potrebno je odrediti karakteristike stabla i dobivene podatke sistematizirati. Na osnovu dobivenih i sistematiziranih podataka potrebno je napraviti univerzalni obrazac koji bi se koristio u svrhu zaštite stabala iz kategorije spomenika prirode.

## 1.1. Sadržaj rada

U ovom radu će se na primjeru hrasta lužnjaka u dvorištu škole u Rakitovcu:

a) Definirati metodologija određivanja pojedinih karakteristika stabla
b) Dati prijedlog sistematizacije dobivenih podataka
c) Predložiti univerzalni obrazac za zaštitu stabala iz kategorije spomenika prirode

## 1.2 Rakitovec

Ime sela izvedeno je od *rakita*, kojom se riječi označava stanovita vrsta vrbe (Bachweide). Dakle, znači mjesto gdje ima mnogo rakite (ili je barem nekada bilo). Najstarija vijest o Rakitovcu dolazi iz prve polovice 14.stoljeća.

Rakitovec je danas mjesto gdje se sve više napušta poljoprivredni, tj. seoski način života i okreće se urbanom načinu.Uzrok tome je blizina (10 kilometara) danas sedmog po broju stanovnika grada u Hrvatskoj Velike Gorice, koja ima 63,517 stanovnika.

Iz toga razloga je potrebno obratiti posebnu pozornost na očuvanje prirode unutar naselja, kako se ne bi dogodilo da vrijedni elementi nestanu u procesu urbanizacije.

Prema posljednjem popisu stanovništva 2011. godine selo je brojilo 570 stanovnika. Površine je 10,37 km2, nalazi se na nadmorskoj visini od 10 m. n. v. i ima 570 stanovnika po popisu iz 2011. godine. (***Državni zavod za statistiku)




Slika 1: Tabla mjesta Rakitovec (Izvor: Facebook.com 27. lipnja 2018.)

## 1.3 Osnovna škola u Rakitovcu

Osnovna škola u Rakitovcu osnovana je 1939. ("Velika Gorica", 1999.) Danas je u Rakitovcu područna škola nižih razreda (od 1. do 4. razreda) , koja je u sklopu Osnovne škole Vukovina. Škola broji pedesetak učenika, a istaknula se upravo na području ekologije i odnosa prema prirodi. Odnos prema hrastu lužnjaku u njihovu dvorištu dio je njihova ukupna odnosa prema prirodi. Dugogodišnjim pedagoškim radu s učenicima ističe se učitelj Miroslav Grahovac, voditelj Područne škole Rakitovec. (*** Kronike Velike Gorice 2018.)

## 1.4 Hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu

U dvorištu škole u Rakitovcu raste poseban primjerak hrasta lužnjaka ( *Quercus robur* L.). Rakitovečki hrast posebanje jer se radi o soliternom stablu (koje raste osamljeno) i koje se zbog toga lijepo razvilo, te je zaštićen 2001. godine kaospomenik prirode - rijedak primjerak drveća. (Glasnik Zagrebačke županije 22/01; Odluka KLASA: 021-01/01-01/27, URBROJ: 238/1-01-01-5)

Navedeno stablo je staro oko 100 godina, visine 18 m, promjera krošnje  22 m, a prsnog promjera 103,5 cm.

Učenici u Rakitovcu žive sa svojim hrastom. Okupljaju se oko njega i gledaju njegove promjene- pupanje u proljeće, razlistavanje, gledaju kako listovi ujesen žute i otpadaju, a zimi su grane ogoljene. I kada odu iz škole, hrast im ostaje u sjećanju kao simbol njihovih školskih dana. (Muršić 2017.)



Slika 2: Hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu (izvor: Miran Muršić, 15. travnja 2017.)

## 1.5 Spomenik prirode

Spomenik prirode neizmijenjeni je dio ili skupina dijelova žive ili nežive prirode koji ima ekološku, estetsku, znanstvenu ili odgojnu vrijednost. Može biti geološki, hidrološki, botanički itd.Na spomeniku prirode dopušteni su zahvati i djelatnosti kojima se ne ugrožavaju njegova obilježja i vrijednosti.(NN 15/2018.)

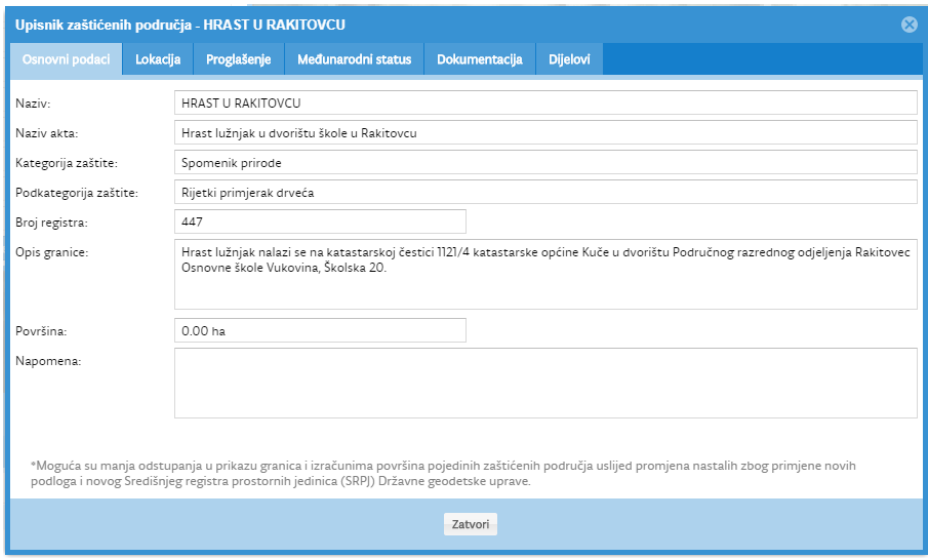
U Republici Hrvatskoj je zaštićeno 85 spomenika prirode od kojih 30 rijetkih primjeraka drveća. Od 30 rijetkih primjeraka drveća 13 je hrastova, dok je od tih 13 hrastova 4 stabala hrasta lužnjaka.

Tablica 1: Tablica stabala spomenika prirode

| | | | |
|---|---|---|---|
| GUPČEVA LIPA | Staro stablo lipe (*Tilia grandifolia*) zvano "Gupčeva lipa" u Gornjoj Stubici | Spomenik prirode | Rijetki primjerak drveća |
| **HRAST GALŽENJAK** | **Hrast Galženjak** | **Spomenik prirode** | **Rijetki primjerak drveća** |
| **HRAST U SVETOM PETRU** | **Hrast kod sela Sv. Petar na otoku Cresu** | **Spomenik prirode** | **Rijetki primjerak drveća** |
| KRUŠKA U SELCIMA | Divlja kruška (*Pirus amigdalyformis* Vill.) | Spomenik prirode | Rijetki primjerak drveća |
| HRAST U ŽUPANJI | Stari hrast lužnjak (*Quercus robur*) u Županji | Spomenik prirode | Rijetki primjerak drveća |
| TISA NA HORVATOVIM STUBAMA | Stara tisa (*Taxus baccata* L.) kod Horvatovih stuba na Medvednici | Spomenik prirode | Rijetki primjerak drveća |
| MASLINA U KAŠTEL ŠTAFILIĆU | Stara maslina u dvorištu dječjeg vrtića "Braće Pensić" u Kaštel Štafiliću | Spomenik prirode | Rijetki primjerak drveća |
| **HRAST U KAŠTEL GOMILICI** | **Stablo hrasta duba (*Quercus virgiliana*) u Kaštel-Gomilici** | **Spomenik prirode** | **Rijetki primjerak drveća** |
| KESTEN U KOPRIVNICI | Staro stablo pitomog kestena | Spomenik prirode | Rijetki primjerak drveća |
| TISA U ŠUPLJAKU | Stara tisa (*Taxus baccata* L.) u Šupljaku na Medvednici | Spomenik prirode | Rijetki primjerak drveća |
| **HRAST U RAKITOVCU** | **Hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu** | **Spomenik prirode** | **Rijetki primjerak drveća** |
| **HRAST U GULJANOVOM DOLCU II** | **Hrast medunac u Guljanovom dolcu** | **Spomenik prirode** | **Rijetki primjerak drveća** |
| TISA U MORAVICAMA | Stara tisa (Taxus baccata) u Medvjedima - Srpske Moravice | Spomenik prirode | Rijetki primjerak drveća |
| BOR NA CRKVICI U NEREŽIŠĆU | Borić - crni bor (*Pinus nigricans* Host.) na krovu crkvice Sv. Petra u Nereižišću | Spomenik prirode | Rijetki primjerak drveća |
| **HRASTOVI U DRENOVCIMA** | **Skupina od 12 usamljenih slavonskih hrastovih stabala** | **Spomenik prirode** | **Rijetki primjerak drveća - skupina** |
| **HRASTOVI KOD ŠUMARIJE REPAŠ** | **Skupina stabala hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) koja se nalazi u parku koji okružuje zgradu šumarije Repaš** | **Spomenik prirode** | **Rijetki primjerak drveća - skupina** |
| PINIJE U KAROJBI | Četiri pinja (Pinus pinea L.) u Karojbi | Spomenik prirode | Rijetki primjerak drveća - skupina |
| **HRASTOVI U DJEDOVICI** | **Dva hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) u području Diedovica** | **Spomenik prirode** | **Rijetki primjerak drveća - skupina** |
| **HRAST U GULJANOVOM DOLCU I** | **Hrast medunac u Guljanovom dolcu** | **Spomenik prirode** | **Rijetki primjerak drveća - skupina** |
| **ZELENI HRAST** | **Staro hrastovo stablo zvano "Zeleni hrast"** | **Spomenik prirode** | **Rijetki primjerak drveća** |
| JAVOR NA STANCIJI BAŠARINKA | Javor maklen na stanciji Bašarinka | Spomenik prirode | Rijetki primjerak drveća |
| BELINA LIPA | Lipa "Belina" u Visokom | Spomenik prirode | Rijetki primjerak drveća |
| **HRAST U ŽRNOVU** | **Česvina/crnika (*Quercus ilex* L.) na predjelu zvanom "Klokolina" ili "Mali Kozjak" na području mjesta Žrnovo** | **Spomenik prirode** | **Rijetki primjerak drveća** |
| **HRAST U DONJEM VIDOVCU** | **Hrast lužnjak (*Quercus robur*)** | **Spomenik prirode** | **Rijetki primjerak drveća** |

## 1.6 Trenutni obrazac za praćenje stanja

Stabla u kategoriji spomenika prirode podkategorije rijetki primjerci drveća opisani su na Bioportalu (*** http://www.bioportal.hr/gis/). Na navedenomportalu se opisuje naziv stabla, naziv akta kojim se proglašava zaštićenim, kategorija i podkategorija zaštite, broj registra, opis granice, lokacija, tijelo koje je donijelo akt i značajke stabla.




Slika 3: Obrazac zaštićenih područja (Izvor: Bioportal http://www.bioportal.hr/gis/)

## 2. Metode i cilj rada

U ovom radu bi se proširio postojeći obrazac za zaštitu stabala iz kategorjie spomenika prirode podkategorije primjerci rijetkih drveća. Postojeći obrazac ne sadrži podatke koji pobliže opisuju stablo kao što su obujam stabla, projiciranu površinu krošnjei opis krošnje (u kojem se smjeru krošnja širi). Obrazac koji se predlaže trebao bi sadržavati povijest provedenih kontrola te povijest zahvata na stablu radi kontrole zdravstvenog stanja stabla.

Postojeći obrazac ne sadrži sliku stabla na koji se odnosi, te bi se u proširenom obrascu nalazila slika stabla za identifikaciju

## 2.1 Predloženi obrazac

Predloženi prošireni obrazac bi sadržavao više podataka te bi sadržavao i sliku za identifikaciju stabla za koji se vežu podaci. Predloženi obrazac je prikazan u tablici 1, tablica 2 prikazuje prazni VTA obrazac kao primjer koji se prilaže kao potvrda pregleda zdravstvenog stanja stabla.

Tablica 2: Prošireni obrazac za zaštitu stabala iz kategorije spomenika prirode podkategorije rijetki primjerci drveća

| **Opći podaci** | |
|---|---|
| Naziv zaštićenog stabla: | |
| Vrsta: | |
| Kategorija zaštite: | |
| Podkategorija zaštite: | |
| Broj registra: | |
| Akt o proglašenju: | |
| Tijelo koje je donijelo akt: | |
| Broj službenog glasila: | |
| datum proglašenja: | |
| **Lokacija** | |
| Koordinata geografske dužine (x): | |
| Koordinate geografske širine (y): | |
| Adresa pripadajućeg objekta: | |
| Broj katastarske čestice | |
| Grad: | |
| Županija: | |
| Nadležna ustanova: | |
| **Dimenzije:** | |
| Visina (m): | |
| Prsni promjer ($d_{1,30\,cm}$cm): | |
| Opseg debla (cm) | |
| Raspon krošnje (m) | |
| Projeciran površina krošnje ($m^2$): | |
| Volumen stabla ($m^3$) | |
| **Zdravstveno stanje:** | |
| Dob: | |
| Način ustanovljivanja dobi: | |
| Provedene kontrole i priložena dokumentacija: | |
| Opis staništa u kojem se stablo nalazi: | |
| Upotrebljeni arborikulturni instrumenti: | |
| Provedeni zahvati na stablu | |
| Ugroženost: | |
| Poduzete mjere zaštite: | |
| Predviđanja budućeg stanja: | |
| **Generativne sposobnosti** | |
| Urod: | |
| Vitalitet sjemena | |
| Laboratorijska klijavost: | |
| **Dodatne napomene** | |
| Kulturuloški značaj: | |
| Ekonomski potencijal: | |
| Priložena slika | |

Tablica 3: Prazni VTA obrazac koji se prilaže uz obrazac za zaštitu stabala iz kategorije spomenika prirode podkategorije rijetki primjerci drveća

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lokacija: | | | | | | | | | | |
| Stablo br.: 1 | | | | | Datum: | | | | | |
| Vrsta: | | | | | $d_{1,3\ m}$: cm | | | | | |
| Visina: cca. | | | | | | | | | | |
| | Segment prosudbe | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| br. | Katalogprosudbe | negativna promjena | razgradnjadrva- | pukotina | manjeoštećenje | većeoštećenje | tomografiranje | | | |
| 1 | Stanište | | | | | | | | | |
| 2 | Žilište | | | | | | | | | |
| 3 | Pridanakdebla | | | | | | | | | |
| 4 | Deblo | | | | | | | | | |
| 5 | Prijelaz u krošnju | | | | | | | | | |
| 6 | Debalca | | | | | | | | | |
| 7 | Krošnja | | | | | | | | | |
| 8 | Ostalo | | | | | | | | | |
| 9 | Vitalitet | 5 | | 4 | | 3 | | 2 | | 1 |
| 10 | Starosna dob /vi- talitet po Roloffu | Faza rasta | | Degen e-racija | | Stag- nacija | | Rezig - nacija | | |
| Nalaz vizualne prosudbe:<br>-<br>- | | | | | | | | | | |
| Mjere / zahvati njege: | | | | | | | | | | |

## 2.2 Metode kojima se ispunio obrazac

Da bi se ispunio ovakav obrazac potrebno je bilo napraviti ispitivanja na određenom stablu.

U ovom radu se za primjer uzeo hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu. Najprije je ustanovljeno kojem tipu hrasta pripada s obzirom na listanje - to se ustanovljuje fenološkim promatranjem. Fenološka motrenja su vršena jednom tjedno počevši od 25. ožujka 2017. do22. travnja 2018. Faze listanja su bile podijeljene u 6 faza (L1 do L7), dok su generativne faze bile podijeljene u 4 faze (G1-G4).

Tablica 4: Fenofaze s objašnjenjima svake faze ( Prezentacija Fenologija šumskog drveća, 2014)

| Fenofaze | Objašnjenje faze |
|---|---|
| L1 | Početak listanja – pupovi su otvoreni, sa tla se uočava pojava zelene boje u krošnji. Promjena boje može se pojaviti samo na dijelu krošnje |
| L2 | Potpuno razvijeno lišće – na cijeloj krošnji razvijeno lišće, uglavnom cijela krošnja ima podjednaku zelenu boju, ne uočavaju se bitne promjene u veličini lista u odnosu na prethodno motrenje. |
| L3 | Listače – Listovi počinju mjenjati boju – uočava se početak promjene boje lista u većem dijelu gornje polovice krošnje (a ne na pojedinim granama) |
| L4 | –Potpuna promjena boje lišća – gotovo sve lišće promijenilo boju, više se ne uočava zelena boja u krošnji. |
| L5 | Lišće počinje otpadati – uočava se početak intezivnog opadanja lišća, pojavljuje se otpalo lišće u većoj mjeri na tlu. |
| L6 | Svi su listovi otpali, nakon intezivnog otpadanja lišća, više se ne uočava otpadanje listova. |

Tablica 5: Generativne faze sa objašnjenjem svake faze ( Prezentacija Fenologija šumskog drveća, 2014)

| Generativna faza | objašnjenje faze |
|---|---|
| G1 | Počinje cvjetanje – kada se uočavaju muški cvatovi u krošnji |
| G2 | Puna cvatnja – odnosno završava cvatnja – uočava se značajnije opadanje muških cvatova (ne pojedinačna već brojnija pojava muških cvatova na tlu po $m^2$ ) |
| G3 | Otpadanje zrelih plodova – uočava se pojava zrelih plodova na tlu oko stabla |
| G4 | Svi su plodovi otpali – više se ne uočava značajnije otpadanje plodova |

U jesen 13. listopada 2017. godine plodovi promatranog hrasta sakupljeni su te transportirani u vodonepropusnoj vrećicina ispitivanje u laboratorij za sjemenarstvo na Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma Šumarskog fakulteta.

U laboratoriju je svaki pojedini žir bio izvagan na analitičkoj vagi Sartorius BP 2010 S. Nakon vaganja pojedinačnih plodova, plodovi su bili grupimično vagani te je izračunata masa 1000 zračno suhih plodova po ISTA pravilima (ISTA rule book, Chapter 10,Weight

determination, 2009). Nakon računanja mase 1000 zračno suhih plodova, plodovi su bili skenirani Epson Epresson 10000 XL skenereom te je izvršena morfometrija WinSEEDLE 2011 programskim paketom. Nakon morfometrijeplodovi su išli na okularnu procjenu kvalitete plodova. Plodovi su bili podijeljeni u 8 ponavljanja po 50 plodova u svakom ponavljanju, svaki je plod okularno procijenjen te je ustanovljena dobra ili loša kvaliteta ploda. Potom su plodovi podvrgnuti mehaničkom potapanju u vodi da bi se ustanovio vitalitet plodova. Plodovi su potapani u vodi 15 min - plodovi dobrog vitaliteta ostali su na dnu, dok su plodovi lošeg vitaliteta plutali.Sljedeći korak je ispitivanjesadržaja vlage u plodovima. Po ISTA rule book-u (ISTA rule book,Chapter 9, Determination of Moisture2009) plodovi moraju biti svježi, nakon sakupljanja se usitnjuju,važui idu na sušenje niskom konstantnom temperaturom 103±°C 17±1 h u laboratorijski sušionik s prisilnim strujanjem zraka Binder FD 240. Nakon sušenja usitnjeni plodovi se hlade 30-45 minuta i važu. Sadržaj vlage izračuna se propisanim po ISTA pravilima(ISTA Rules, Chapter 9: Determination of Moisture Content, 2009). Sadržaj vlage = $\frac{\text{Gubitak mase}}{\text{Početna masa}} \times 100 = \frac{\text{M2}-\text{M3}}{\text{M2}-\text{M1}} \times 100$ gdje je

$M_1$- masa u gramima čašice i pokrova čašice u kojem se nalazilo usitnjeni plodovi

$M_2$-masa u gramima posudice, pokrova i usitnjenih plodova prije sušenja

$M_3$-masa u gramima posudice, pokrova i usitnjenih plodova nakon sušenja

Poslije sušenja sakupljeni plodovi su stavljeni u pijesak u kontejner

Poslije ispitivanja sadržaja vlage u plodovima ispitivala se laboratorijska klijavost.

Plodovi su stavljeni u pijesak u kontejner volumena 1,5 L. Bilo je 8 ponavljanja te je u svakom ponavljanju bilo 25 plodova. Ponavljanja su bila stavljena na klijanje u komoru rasta Kambič RK-980 CH. Plodovi su bili u komori rasta 28 dana te nakon toga su plodovi koji su proklijali bili izbrojeni i izračunata je klijavost po ISTA pravilima (ISTA rule book,Chapter 5, The Germination Test2009).

27. travnja 2018. stablo je bilo podvrgnuto VTA prosudbi.

Nakon VTA prusudbe izvršena je tomografija.

Ispitivanje statike stabla te određivanje područja zahvaćenosti gljivama truležnicama određivana je pomoću Rintech Arbotom tomografa.

Tomografiranje je bilo vršeno na žilištu na visini od 0,4 m i na deblu na visini od 1,8m.

Rezultati tomografiranj su bili vizualno procijenjeni te je procjena bila ocijenjena po skali Huljenića (2014), ocjene su prikazane u tablici 5:

Tablica 6: Ocjene vizualne procjene tomografiranja ( Izvor: Huljenić, 2014)

| Kategorija | Ocjena tomografa | Opis kriterija kategorije |
|---|---|---|
| Odlično | 1 | Bez naznaka truleži, vrlo male nepravilnosti u centru (žuta boja na grafičkom prikazu) |
| Dobro | 2 | Mala površina centralne truleži (do narančaste boje na graf prikazu, odnosno do srednje brzine) – slaba centralna trulež |
| Srednje | 3 | Veća površina centralne truleži; s malim dijelovima koji odražava najsporije brzine (ljubičasta boja), šire područje slabe truleži |
| Loše | 4 | Veća površina centralne truleži odražava najsporije brzine (ljubičaste boje na grafičkom prikazu), slaba asimetrična (decentralizirana) trulež (žuta do narančasta boja grafičkog prikaza) i dijagonalno rasprostiranje truleži |
| Vrlo loše | 5 | Vrlo jaka centralna trulež, izrazita asimetrična (decentralizirana) trulež |

Poslije tomografiranja vršeno je rezistografiranje stabla rezistografom IML RESI F500.

Zbog sigurnosnih razloga rezistogarfiranje je vršio certificirani penjač iz poduzeća Arbori artist Z d.o.o Vedran Zec, magistar urbanog šumarstva.

Rezistografom je određivana debljina zdravog drva („t“) u odnosu na polumjer stabla na mjestu mjerenja („R“).



Slika 4: Numirerane grane planirane za rezistografiranje (Izvor: Miran Muršić 3. veljače 2018.)

Tekst je pisan pomoću operacijskog sustava Microsoft Winodws 7. Tekst je pisan i uređivan u programu Microsoft Office Word 2010, dok su tabelarni prikazi i obrada podataka rađeni u programu Microsoft Office Excel 2010. Statistička obrada podataka provedena je u

statističkom programu Statistica 7.1. Za računanje omjera između zahvaćene površine truleži i ukupne površine debla kod tomograma korišten je programski paket ArcGIS 10.5.

## 2.3 Cilj Rada

Cilj rada je definirati metodologiju praćenja stanja i zahvata koja se sastoji od:

provedbe istraživanja i ispitivanja (1,2) kojima će se precizno odrediti karakteristike pojedinog stabla; (3) određivanja zdravstvenog stanja stabla arborikulturnim metodama ; (4) Na temelju zaključaka iz točaka 1 i 2 dati prijedlog zahvata njega kojim bi se poboljšalo zdravstveno stanje stabla i odrediti daljnje mjere zaštite stabla i najzad – (5)sve dobivene podatke i zaključke iz točaka (1), (2) i (3) sistematizirati i uklopiti u novi, prošireni obrazac za monitoring stabala iz kategorije spomenika prirode podkategorije rijetki primjerci drveća (6).

Provedenim istraživanjima i ispitivanjima cilj je dobiti sljedeće:

1.Fenološkim motrenjem ustanoviti tip hrasta u odnosu na listanje

2.Laboratorijskim metodama ustanoviti svojstva ploda

3.Arborikulturnim metodama ustanoviti zdravstveno stanje stabla

4.Dati prijedlog zahvata njege kojima bi se poboljšalo zdravstveno stanje stabla

5.Provesti zaštitu radi očuvanja promatranog stabla

6.Predložiti obrazac za monitoring stabala iz kategorije spomenika prirode podkategorije rijetki primjerci drveća

# 3. Rezultati

## 3.1 Analiza fenofaza

Tablica 7: analiza lisnih fenofaza i generativnih faza starog hrasta u Rakitovcu

| datum | fenofaza | generativna faza |
|---|---|---|
| 25. 3. 2017. | L6 | G4 |
| 1. 4. 2017. | L1 | G1 |
| 8. 4. 2017. | L1 | G1 |
| 15. 4. 2017. | L2 | G1 |
| 22. 4. 2017. | L2 | G2 |
| 29. 4 2017. | L2 | G2 |
| 6.5. 2017. | L2 | G2 |
| 13. 5. 2017. | L2a | G2 |
| 21. 5. 2017. | L2a | G2 |
| 28. 5. 2017. | L2b | G2 |
| 3. 6. 2017. | L2 | G2 |
| 10. 6. 2017. | L2 | G2 |
| 24. 6. 2017. | L2 | G2 |
| 1.7.2017 | L2 | G2 |
| 8. 7. 2017. | L2 | G2 |
| 15. 7. 2017. | L2 | G2 |
| 22. 7. 2017. | L2 | G2 |
| 29. 7. 2017. | L2 | G2 |
| 5. 8. 2017. | L2 | G2 |
| 12.8.2017 | L2 | G2 |
| 19. 8. 2017. | L2 | G2 |
| 26. 8. 2017. | L2 | G2 |
| 2. 9 2017. | L2 | G2 |
| 9- 9. 2017. | L2 | G3 |
| 16.9.2017 | L2 | G3 |
| 23. 9. 2017. | L3 | G3 |
| 1. 10. 2017. | L3 | G3 |
| 8. 10. 2017. | L4 | G4 |
| 14. 10. 2017. | L4 | G4 |
| 21.10 2017. | L5 | G4 |
| 28.10.2017 | L5 | G4 |
| 4. 11. 2017. | L6 | G4 |
| 1.4. 2018. | L6 | G4 |
| 8. 4. 2018. | L6 | G4 |
| 15. 4. 2018. | L1 | G1 |
| 22.4. 2018. | L2 | G2 |

Vegetacijsko razdoblje u prvoj godini promatranja započelo je 1. 4. 2017. - tada je počinjalo listanje i cvatnja. List je bio potpuno razvijen 15. 4. 2017. Idućeg tjedna 22. 4. 2017. uočen je završetak cvatnje i opadanje muških cvatova na tlo. 13. 5. 2017. godine hrast je razvio sekundarno lišće. Dva tjedna poslije 28. 5. 2017. sekundarno lišće je bilo potpuno razvijeno. 14. 8. 2017. na listovima se uočavaju imaga hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata* Say, 1832). Dana 9. 9. 2017. počinjalo je opadanje zrelih žirova. 23. 9. 2017. listovi su počinjali mijenjati boju. 8.10. 2017. listovi su u potpunosti promijenili boju te su svi žirovi popadali sa stabla. 4. 11. 2017. stablo je potpuno golo i nema više lišća te završava vegetacijsko razdoblje za 2017. godinu. 15. 4. 2018. počinje novo vegetacijsko razdoblje. 22. 4. 2018. Listovi su u potpunosti razvijeni te završava cvatnja i cvatovi padaju po tlu. Vegetacijsko razdoblje u prvoj godini je počelo dva tjedna ranije nego u drugoj godini promatranja. U prvoj godini promatranja vegetacijsko razdoblje je trajalo 28 tjedana, od pojave prvih listova do potpune promjene boje i opadanja listova. Otvaranje pupova u drugoj godini promatranja je počelo kasnije nego u prvoj godini promatranja, ali se list razvio brže nego u prvoj godini promatranja. Dok je u prvoj godini razvijanje lišća trajalo dva tjedna, u drugoj godini promatranja razvijanje lišća je trajalo jedan tjedan. Vegetacijsko razdoblje u 2017. godini je trajalo 24 tjedna. Cvatnja je trajala u toj godini 22 tjedna. 4 tjedna je bilo potrebno da stablo potpuno odbaci sav žir. Da stablo potpuno odbaci sve lišće bilo je potrebno 6 tjedana.



Slika 5: Početak listanja i cvatnje hrasta lužnjaka u dvorištu škole u Rakitovcu ( Izvor: Miran Muršić 1. travnja 2017.)



Slika 6: Hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu sa potpuno razvijenim lišćem ( Izvor: Miran Muršić 15. travnja 2017.)



Slika 7: početak razvijanja žira (Izvor: Miran Muršić 14. svibnja 2017.)



Slika 8: Padanje lišća i dozrelog ploda (Izvor: Miran Muršić 24. rujna 2017.)



Slika 9: hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu bez lišća prije otvaranja pupova (Izvor: Miran Muršić 1. travnja 2018.)



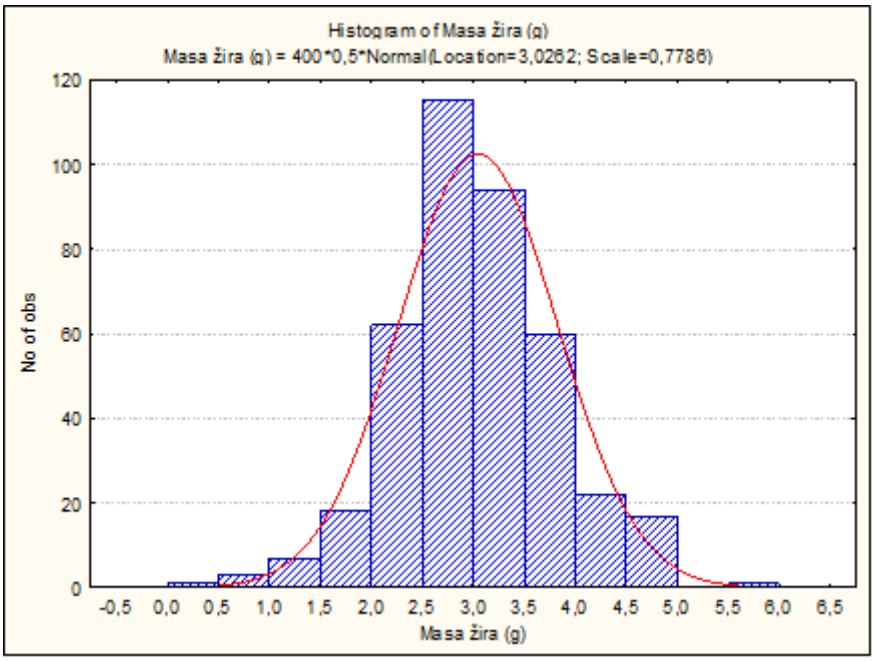
Slika 10: Imaga i jajašca hrastove mrežaste stjenice(*Corythucha arcuata* Say, 1832) na listu hrasta lužnjaka u dvorištu škole u Rakitovcu ( Izvor: Miran Muršić 27. travnja 2018.)

## 3.2 Masa pojedinačnih plodova

Tablica 8: Deskriptivna statistika mase pojedinačnih plodova

| Varijabla | N | prosjek | Medijan | Minimum | Maksimum | Varianca | Std.Dev. | koef.Var. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Masa žira (g) | 400 | 3,03 | 2,96 | 0,44 | 5,57 | 0,61 | 0,78 | 25,73 |

Grafikon 1: Normalitet distribucije mase pojedinačnih plodova




Prosječna masa pojedinačnog ploda iznosila je 3,03 g. Najmanji plod imao je masu 0,44 g dok je najveće plod imao masu 5,57 g. Varijanca je iznosila 0,61 dok je standardnadevijacija iznosila 0,78. Koeficijent varijacije iznosio je 25,73

## 3.3 Masa 1000 zračno suhih plodova

Tablica 9: Deskriptivna statistika mase 1000 zračno suhih plodova

| Varijabla | N | Prosjek | Medija | Minimum | Maksimum | varijanca | Std.Dev. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Masa 50 plodova (g) | 8 | 152 | 151 | 131 | 175 | 201 | 14 |
| Masa 1000 zračno suhih plodova (g) | 8 | 3041 | 3017 | 2610 | 3502 | 80318 | 283 |

Prosječna masa 1000 zračno suhih plodova iznosila je 3041 g.

## 3.4 Morfometrija plodova

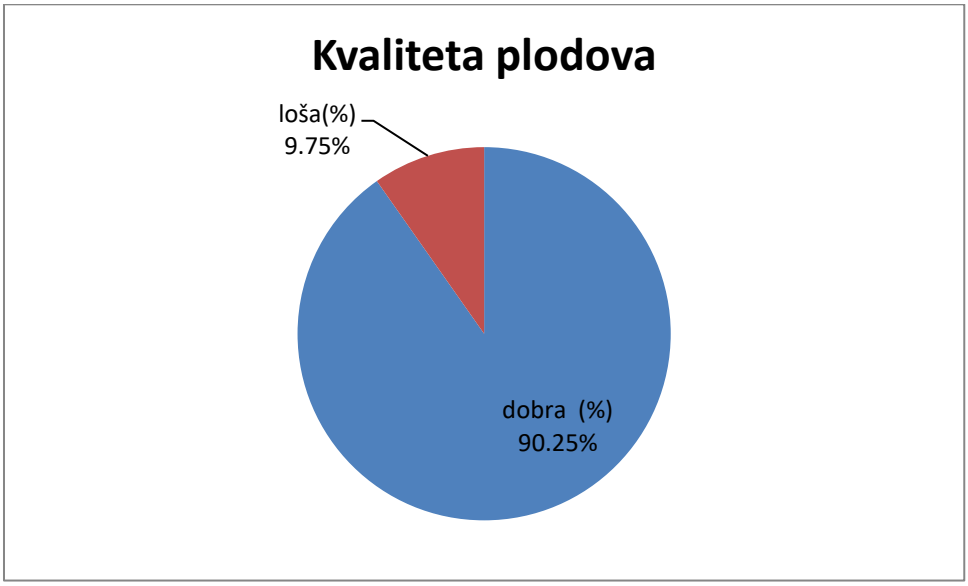
Tablica 10: Deskriptivna statistika važnijih morfoloških značajki plodova

| Morfološke varijable | Broj | Prosjek | Medijan | Minimum | Maksimum | Varianca | Std.Dev. | koef.Var. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Projecirana površina ($mm^2$) | 50 | 288,68 | 285,10 | 224,13 | 351,58 | 1019,99 | 31,94 | 11,06 |
| Ravna duljina (mm) | | 23,78 | 23,98 | 20,18 | 26,64 | 2,04 | 1,43 | 6,01 |
| Zakrivljena duljina (mm) | | 24,07 | 24,16 | 20,70 | 26,66 | 1,86 | 1,36 | 5,66 |
| Ravna širina (mm) | | 14,91 | 14,93 | 12,51 | 17,45 | 1,42 | 1,19 | 7,99 |
| Indeks oblika ploda (DP/ŠP) | | 1,60 | 1,61 | 1,32 | 1,84 | 0,02 | 0,13 | 8,24 |
| Zakrivljena širina (mm) | | 14,92 | 14,92 | 12,55 | 17,99 | 1,51 | 1,23 | 8,24 |
| Zakrivljenost (mm) | | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,02 | 61,96 |
| Volumen kruga ($mm^2$) | | 2948,52 | 2887,10 | 1907,55 | 4072,74 | 284360,92 | 533,26 | 18,09 |
| Površina kruga ($mm^2$) | | 909,15 | 912,13 | 703,42 | 1106,18 | 10265,57 | 101,32 | 11,14 |
| Površina elipse ($mm^2$) | | 642,87 | 644,97 | 497,39 | 782,19 | 5132,78 | 71,64 | 11,14 |
| Površina pravokutnika ($mm^2$) | | 578,79 | 580,68 | 447,81 | 704,22 | 4160,48 | 64,50 | 11,14 |
| Omjer širine i dužine | | 0,63 | 0,62 | 0,54 | 0,76 | 0,00 | 0,05 | 8,47 |
| Horizontalni položaj (mm) | | 78,12 | 77,74 | 21,05 | 137,87 | 1184,14 | 34,41 | 44,05 |
| Vertikalni položaj (mm) | | 125,71 | 130,81 | 37,58 | 208,71 | 2651,47 | 51,49 | 40,96 |
| Projecirani opseg (mm) | | 65,79 | 65,39 | 56,39 | 80,02 | 19,06 | 4,37 | 6,64 |
| Koeficjent projec. Opsega | | 0,84 | 0,84 | 0,55 | 0,93 | 0,00 | 0,06 | 7,71 |

Prosječna duljina ploda iznosila je 2,378 cm, najkraći plod imao je duljinu 2,018 cm dok je najdulji plod bio dugačak 2,64 cm. Varijanca duljine iznosila je 2,04 dok je standardna devijacija iznosila 1,43. Koeficijent varijacije za duljinu iznosio je 11,06.Prosječna širina ploda iznosila je 1,491 cm, nauži plod je bio širok 1,251 cm dok je najširi plod bio širok 1,745 cm. Varijanca širine iznosila je 1,42 dok je standardna devijacija širine iznosila 1,19. Koeficijent varijacije za širinu iznosio je 7,99.

## 3.5 Okularna metoda procjene kvalitete plodova

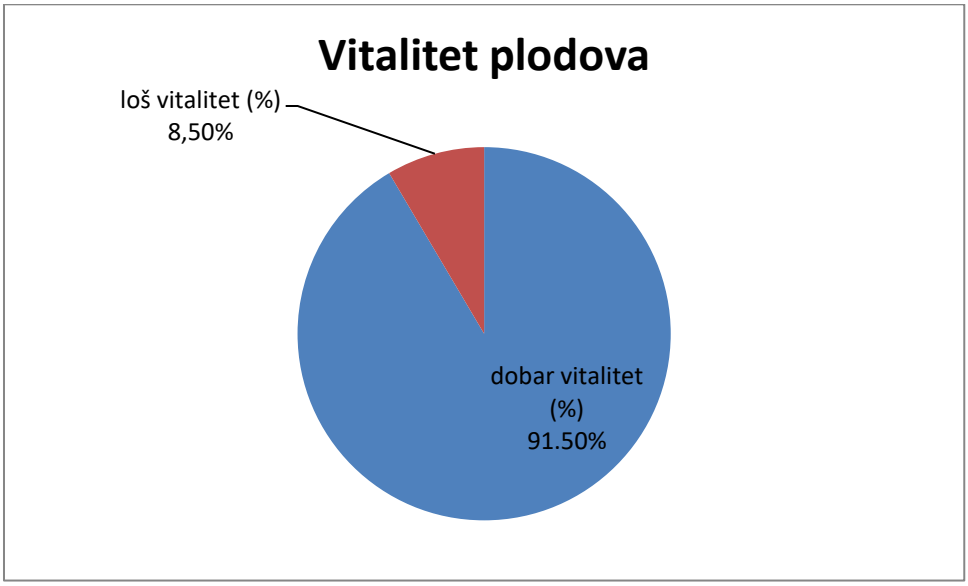
Grafikon 2:Okularna metoda procjene zdravstvenog stanja plodova




Udio plodova dobre kvalitete iznosio je 90,25 % , dok je udio plodova loše kvalitete iznosio 9,75%.

## 3.6 Vitalitet plodova

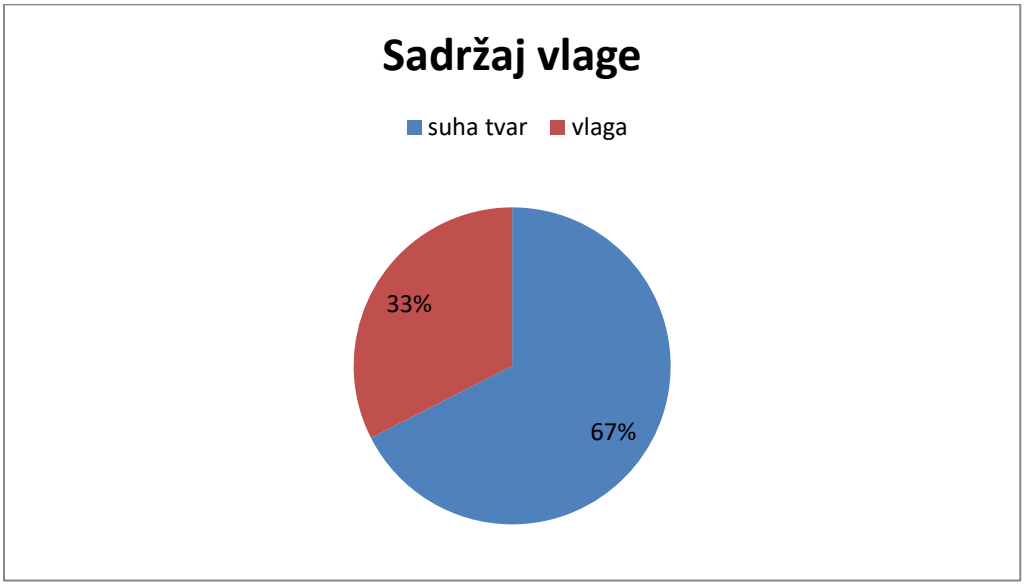
Grafikon 3: Vitalitet plodova određen metodom flotacije




Udio plodova dobrog vitaliteta iznosio je 91,5%, dok je udio plodova lošeg vitaliteta iznosio 8,5 %

## 3.7 Sadržaj vlage

Grafikon 4: Sadržaj vlage i suhe tvari u plodovima




Sadržaj vlage u plodovima iznosio je 33 %, dok je sadržaj suhe tvari iznosio 67 %.

## 3.8 Laboratorijska klijavost

Tablica 11: Klijavost plodova po danima

| dan | klijavost (%) |
|---|---|
| 7 | 9 |
| 14 | 26 |
| 21 | 28,5 |
| 28 | 58 |

Grafikon 5: Klijavosti kroz dane




Klijavost plodova je rasla kroz tjedne promatranja te je najveća klijavost bila u zadnjem odnosno 4. tjednu ili 28. dana naklijavanja.

Neki klijanci su razvili nepravilnosti. Zabilježene su nepravilnosti pod šifrom 31/08 – primarna infekcija uzrokovala trulež kotiledona.



Slika 11: Trulež kotiledona kao rezultat primarne infekcije (Izvor Miran Muršić 23. studenog 2017)

## 3.9 Rezultati VTA analize

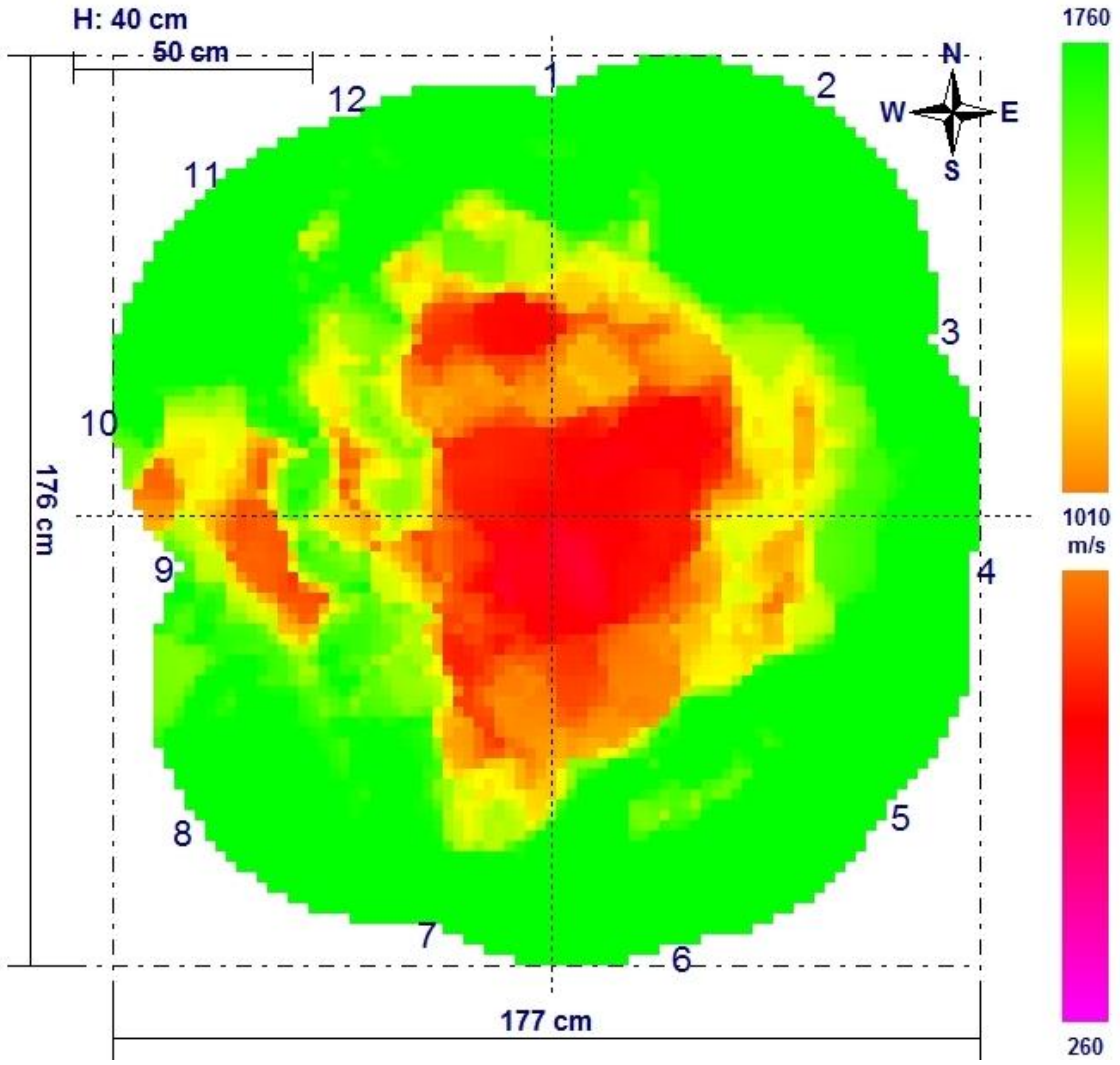
Na terenu je stablo bilo vizualno pregledano te je bio ispunjen VTA obrazac

Ispunjeni VTA obrazac je prikazan u tablici 12.

Tablica 12: Ispunjeni VTA obrazac za hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu

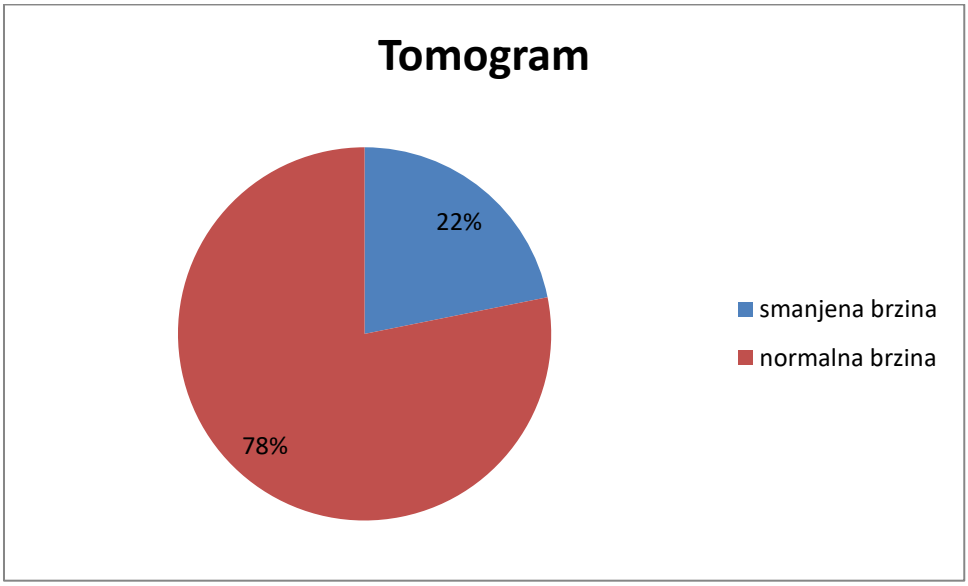
<table>
<tr><td colspan="11">Lokacija: Hrastlužnjak u dvorištuškole u Rakitovcu</td></tr>
<tr><td colspan="6">Stablo br.: 1</td><td colspan="5">Datum: 27. 4. 2018.</td></tr>
<tr><td colspan="6">Vrsta: Quercusrobur</td><td colspan="5">$d_{1,3\ m}$: 103,5 cm</td></tr>
<tr><td colspan="6">Visina: cca. 22 m</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td></td><td>Segment prosudbe</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>G</td><td>H</td><td>I</td></tr>
<tr><td>br.</td><td>Katalogprosudbe</td><td>negativna promjena</td><td>Razgradnjadrva-trulež</td><td>pukotina</td><td>Manjeoštećenje</td><td>Većeoštećenje</td><td>tomografiranje</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>Stanište</td><td></td><td colspan="4"></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Žilište</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Pridanakdebla</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Deblo</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Prijelaz u krošnju</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Debalca</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Krošnja</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Ostalo</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>9</td><td>Vitalitet</td><td>5</td><td colspan="2">4</td><td colspan="2">3</td><td colspan="2">2</td><td>1</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Starosna dob /vitalitet po Roloffu</td><td colspan="2">Faza rasta</td><td>Degene-racija</td><td colspan="2">Stagnacija</td><td colspan="3">Rezignacija</td></tr>
<tr><td colspan="11">Nalazvizualne prosudbe:<br>- jedna veća lateralna grana je odlomljenanavisinioko4 m.<br>- uočeno je veliko oštećenje debla navisini oko 5 m.<br>- krošnja stabla je intenzivno nagnuta u desnu stranu.<br>- na prijelazu debla u krošnjurazvilo se plodištegljivetruležnice.<br>- primijećeno je odumiranje grana u vršnom dijelu krošnje.<br>- ukrošnji je uočen veliki broj razvijenih poluparazitskih biljakažute imele.<br>-</td></tr>
<tr><td colspan="11">Mjere / zahvatinjege:<br>- stablo zahtjeva tomografiju na žilištu,<br>- orezivanjesuhih grana u krošnji,<br>- čišćenje od imele<br>- redovnu kontrolu barem jedanput godišnje.</td></tr>
</table>

## 3.10 Tomografiranje

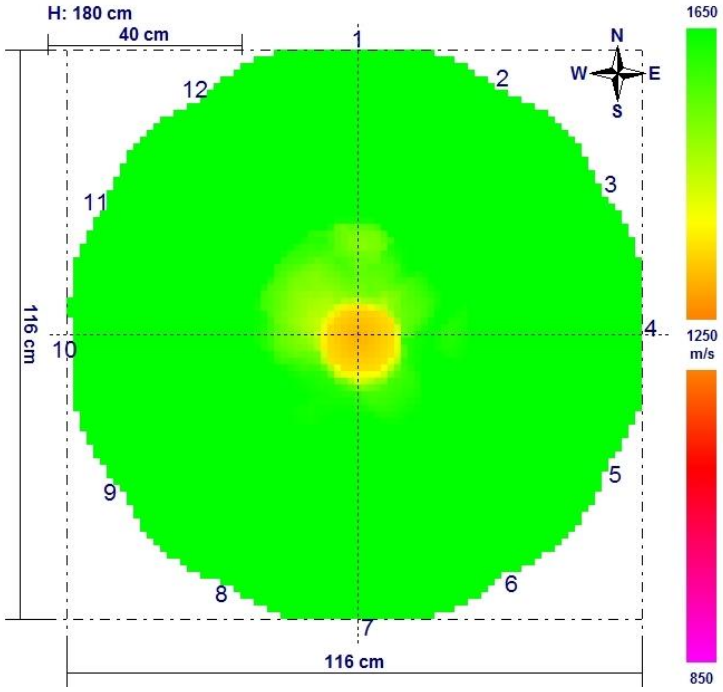



Slika 12: Tomogram debla na visini od 0,4 m

Omjer površine kroz koje je brzina zvuka sporija u odnosu na ostatak debla i ukupne površine iznosi 0,218538, što bi označavalo da je u 21,8538% površine smanjena brzina zvuka. Ocjena tomografiranja je 2- mala površina centralne truleži.



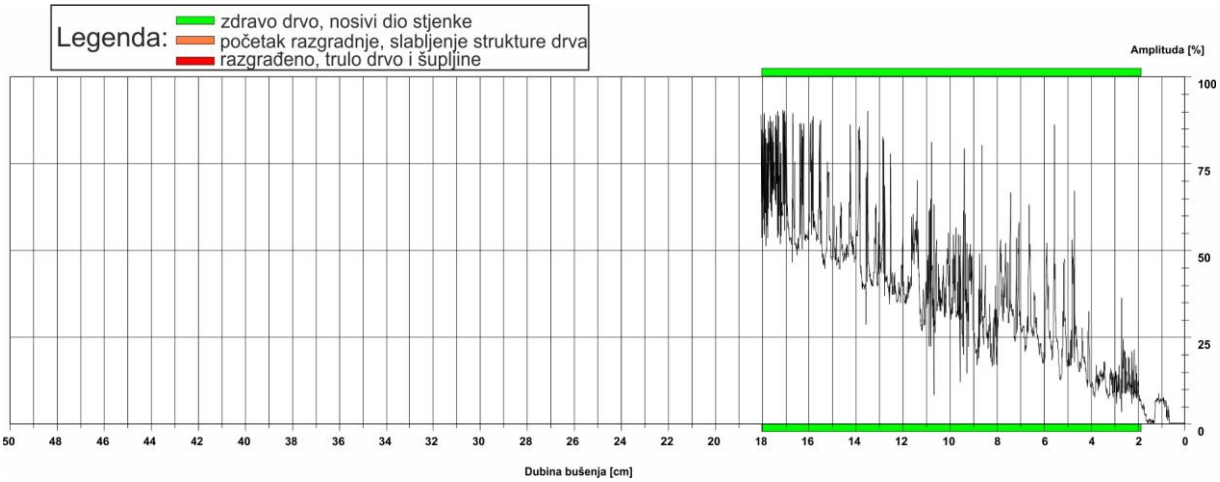

Grafikon 6: Omjer zahvaćene površine i ukupne površine debla hrasta na visini od 0,4 m



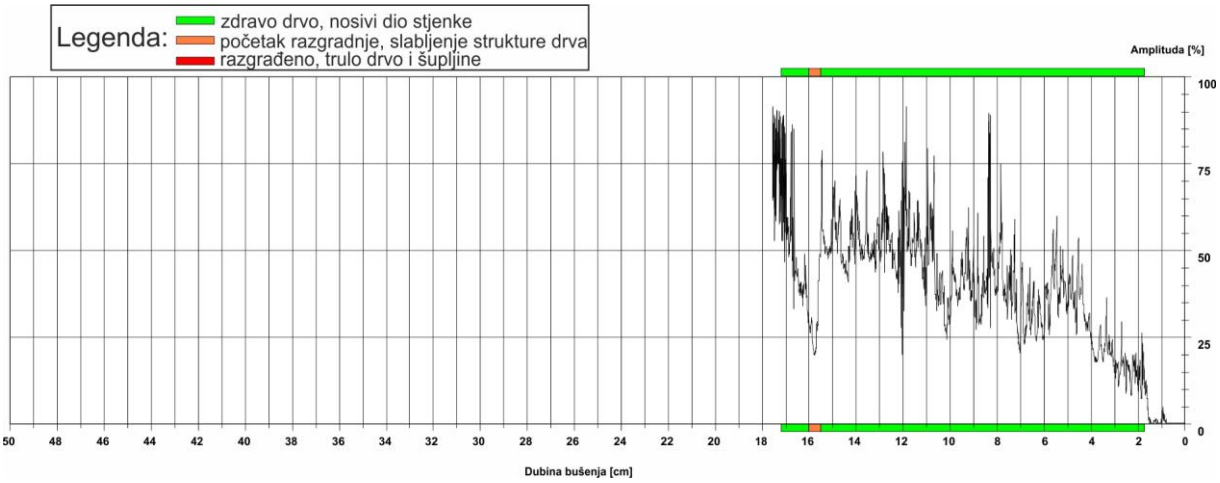

Slika 13: Tomogram debla hrasta lužnjaka u dvorištu škole u Rakitovcu na deblu na visini od 1,8 m

Na visini debla od 1,8 m brzina je više manje jednaka te ovdje trulež nije zahvatila drvo. Ocjena tomografiranja je 1- odlična, bez naznake truleži uz vrlo male nepravilnosti u centru.

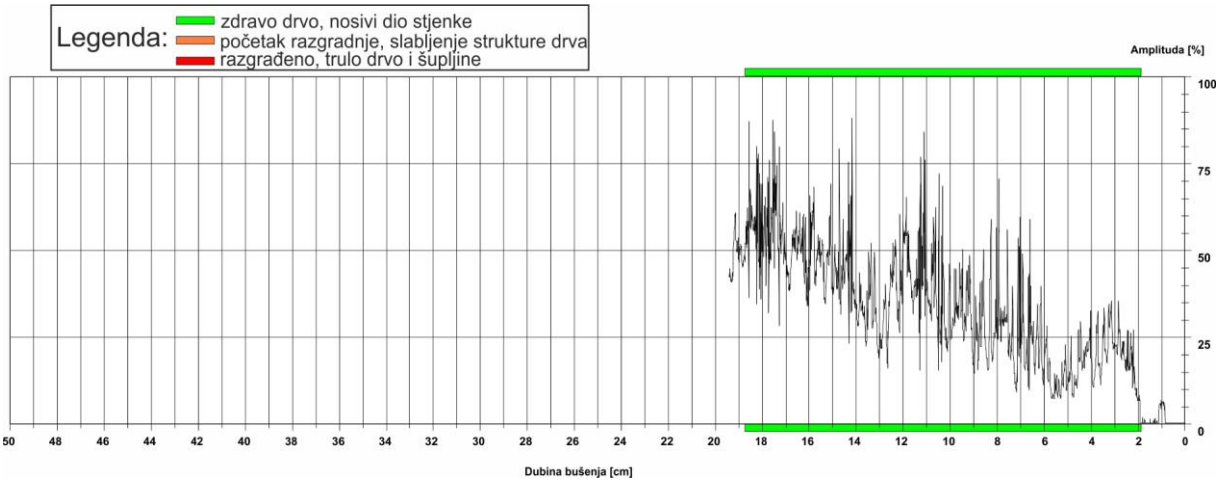
## 3.11Rezistografiranje



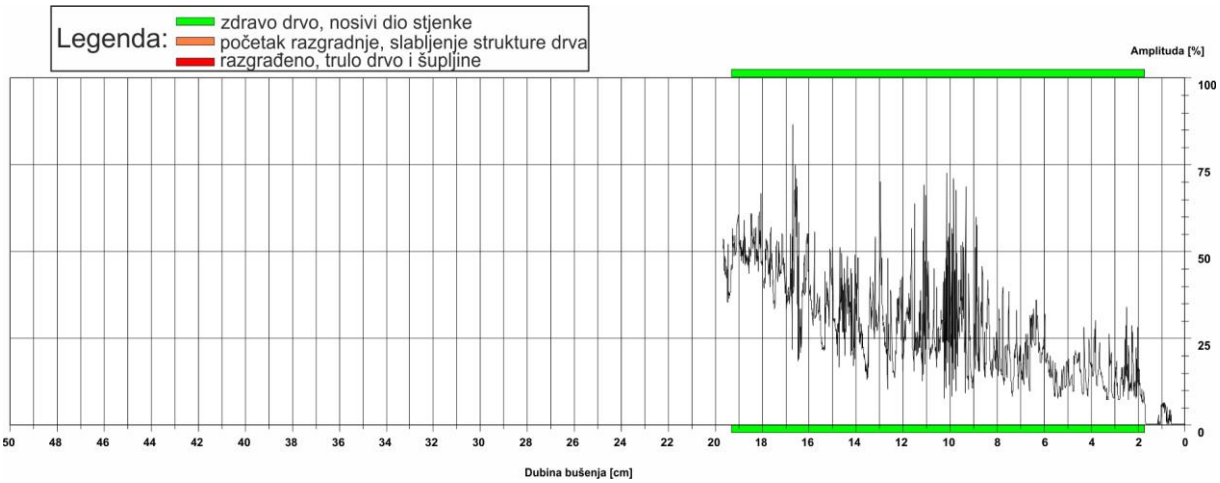

Slika 14: Rezistogram bušenja 1



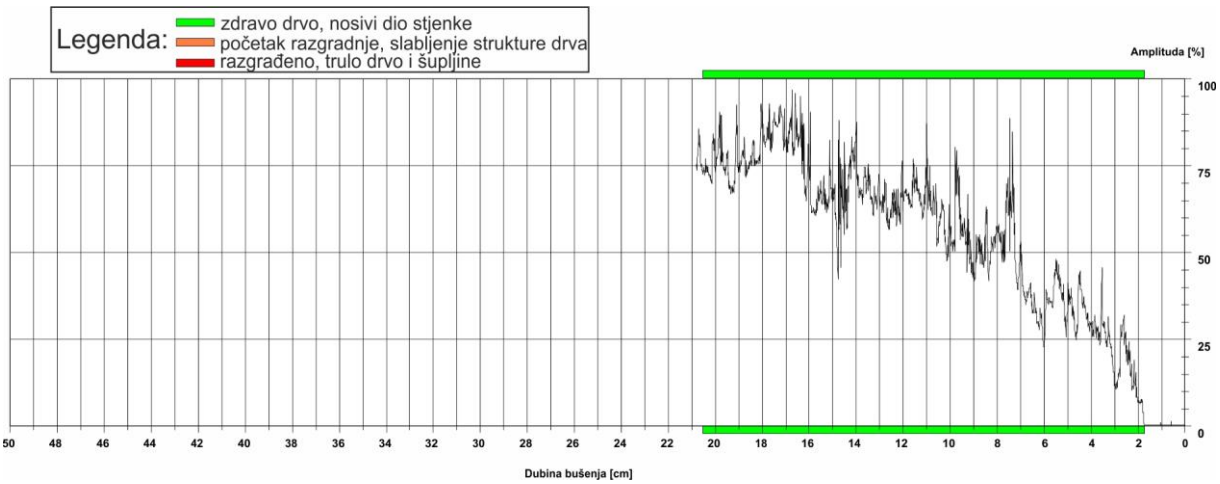

Slika 15: Rezistogram bušenja 2



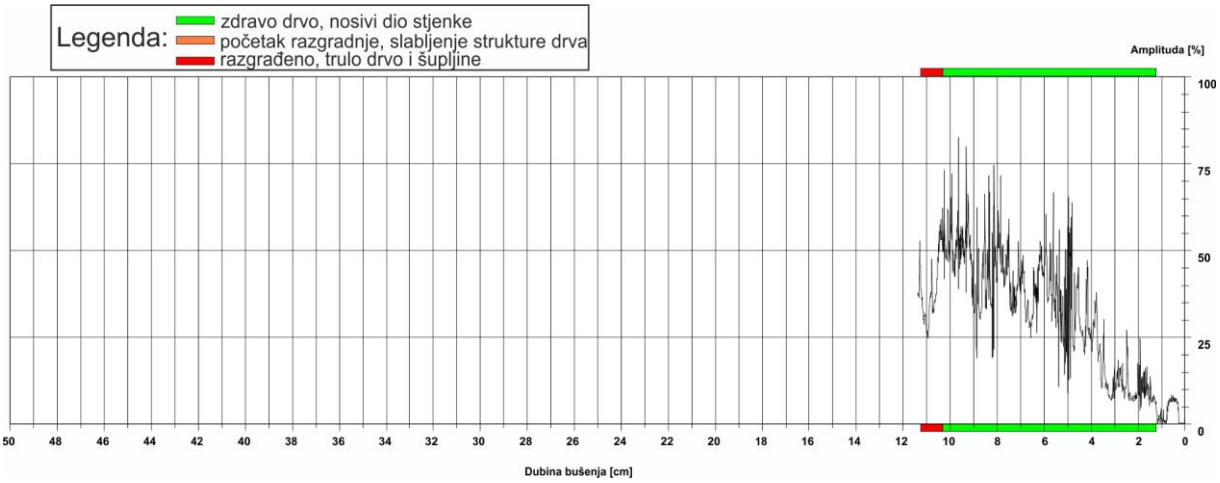

Slika 16: Rezistogram bušenja 3



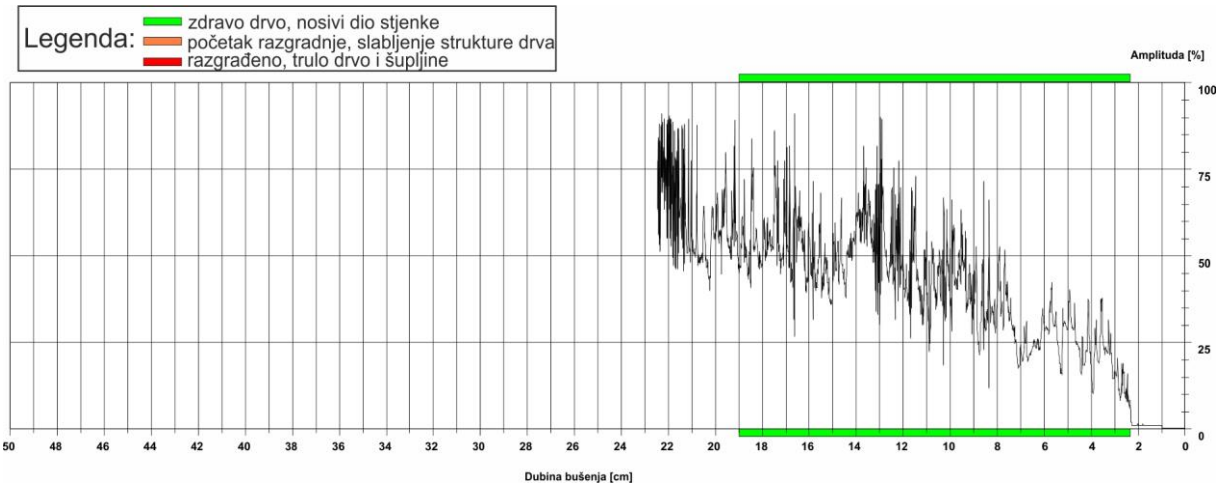

Slika 17: Rezistogram bušenja 5



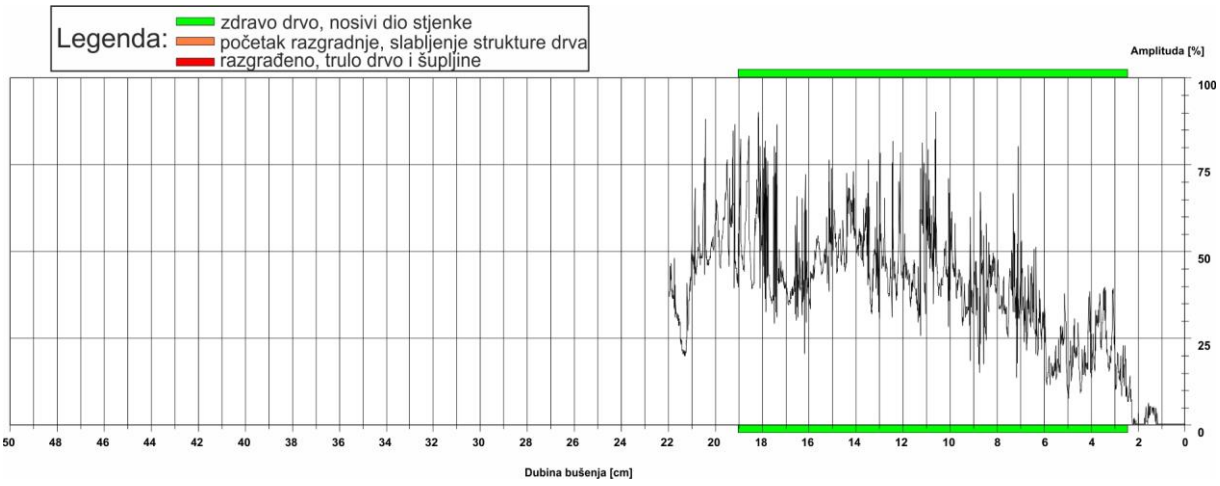

Slika 18: Rezistogram bušenja 5.1



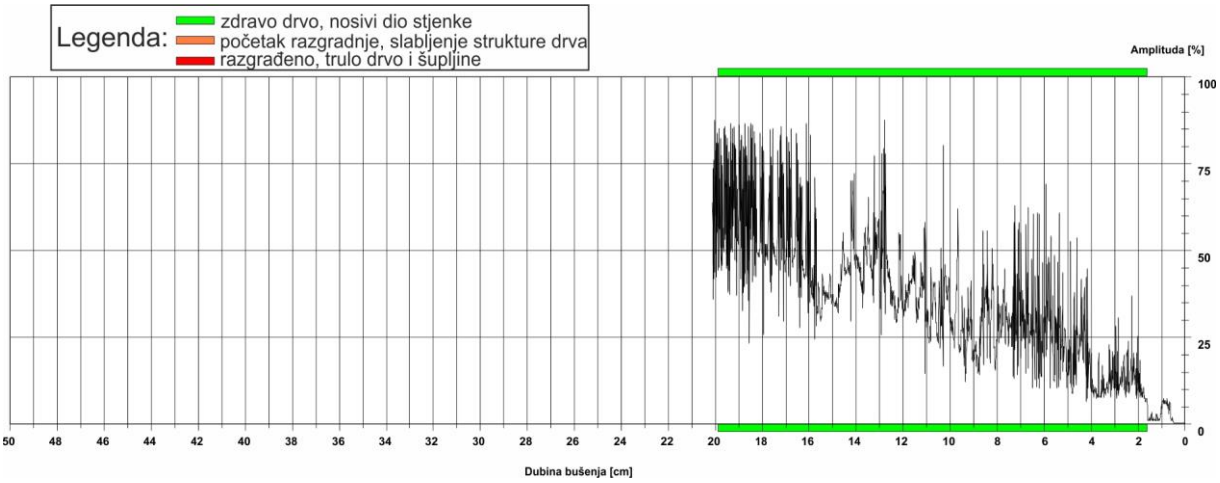

Slika 19: Rezistogram bušenja 7



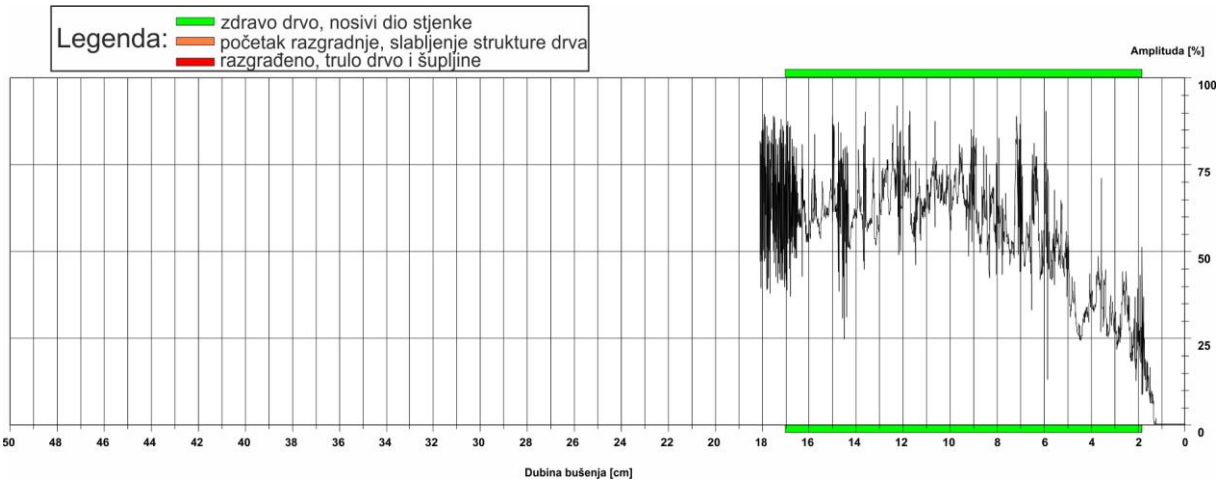

Slika 20: Rezistogram bušenja  6



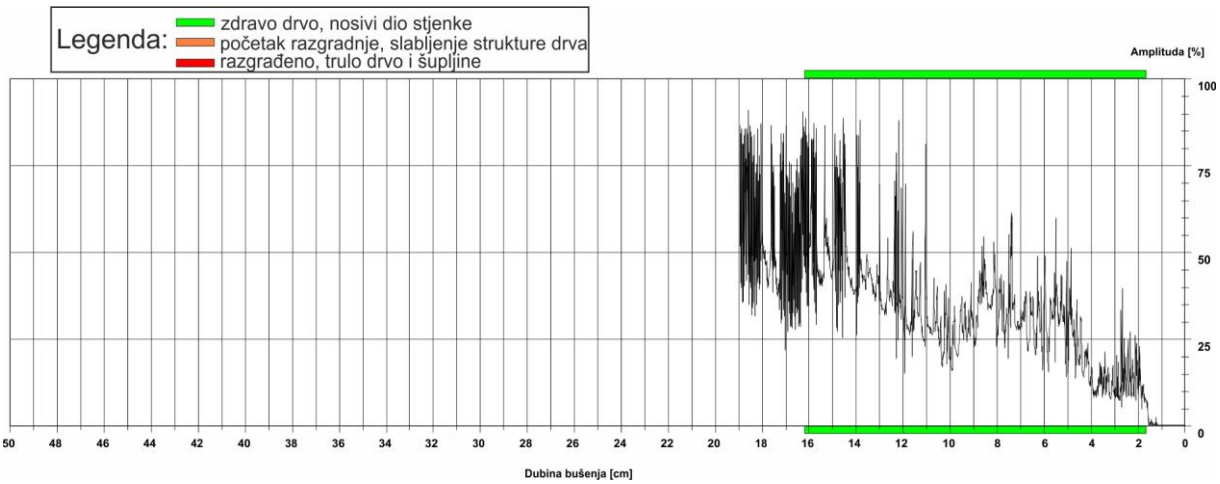

Slika 21: Rezistogram bušenja 6.1



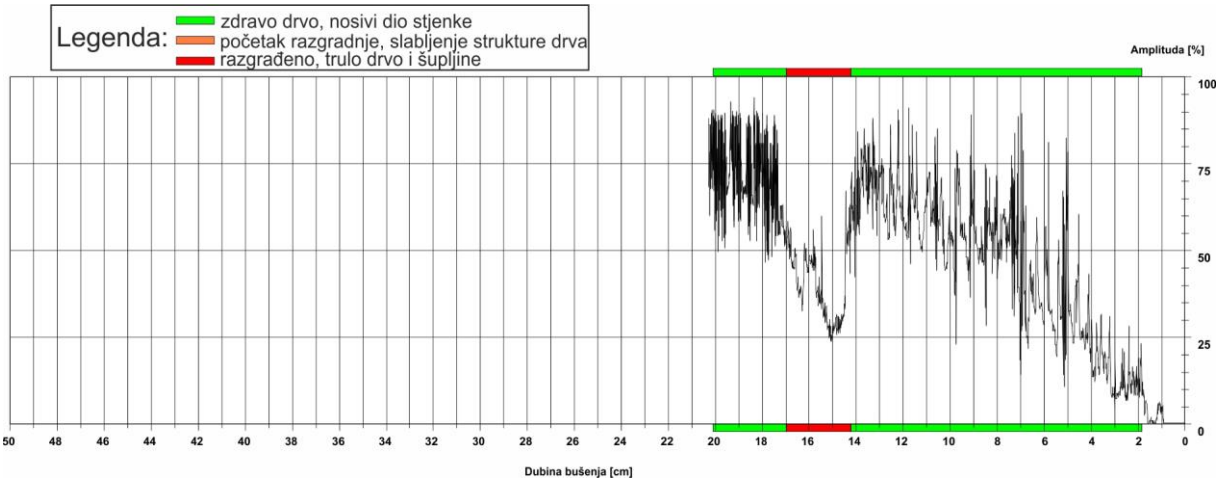

Slika 22: Rezistogram bušenja 8



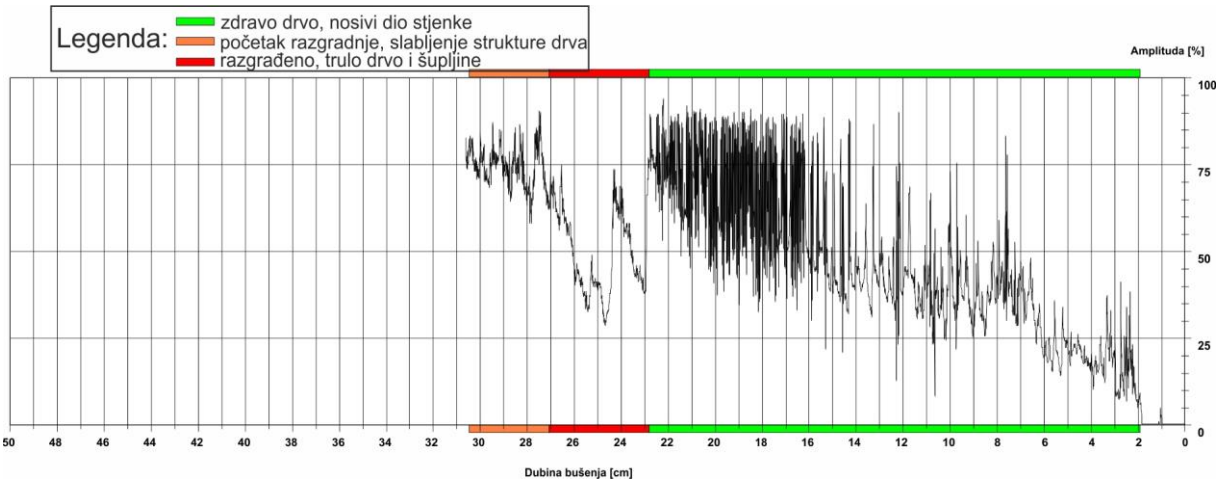

Slika 23: Rezistogram bušenja 8.1



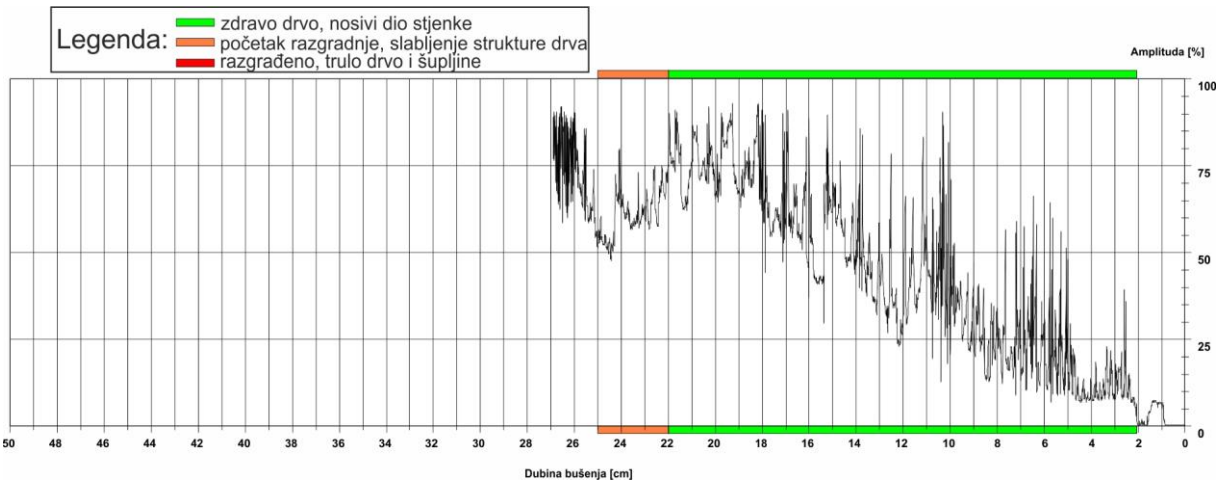

Slika 24: Rezistogram bušenja 9



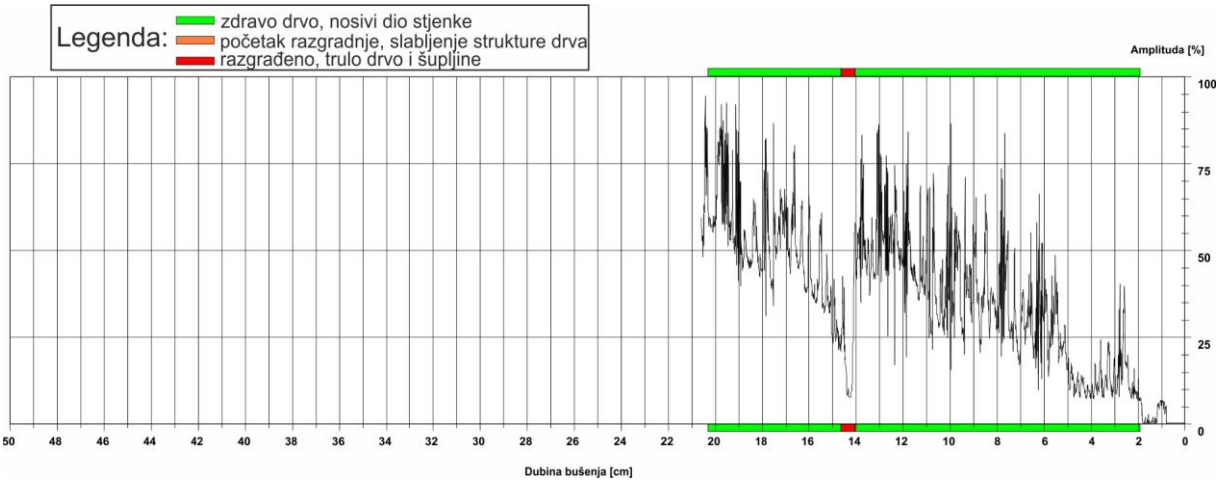

Slika 25: Rezistogram bušenja 10



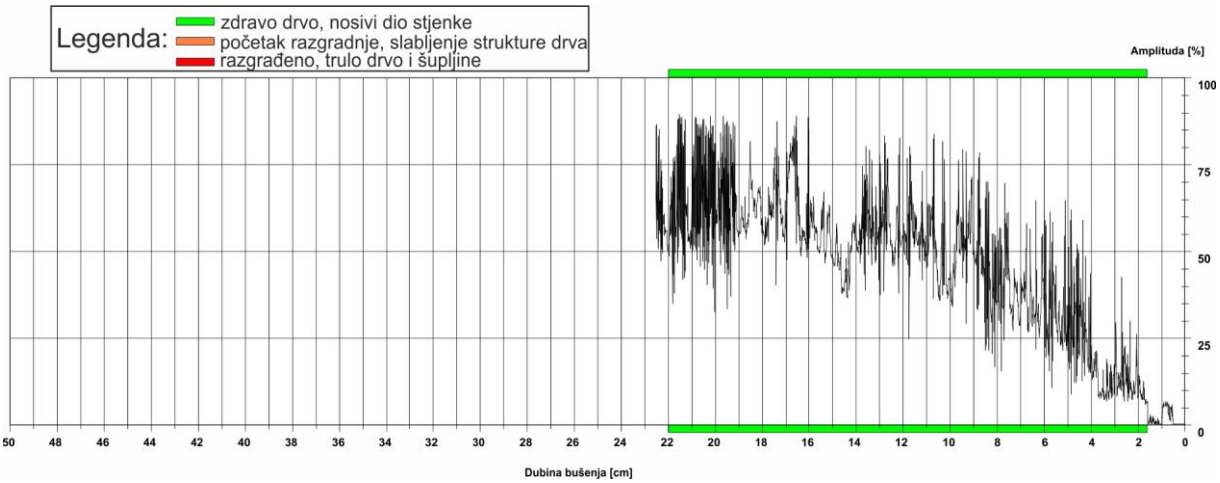

Slika 26: Rezistogram bušenja 11



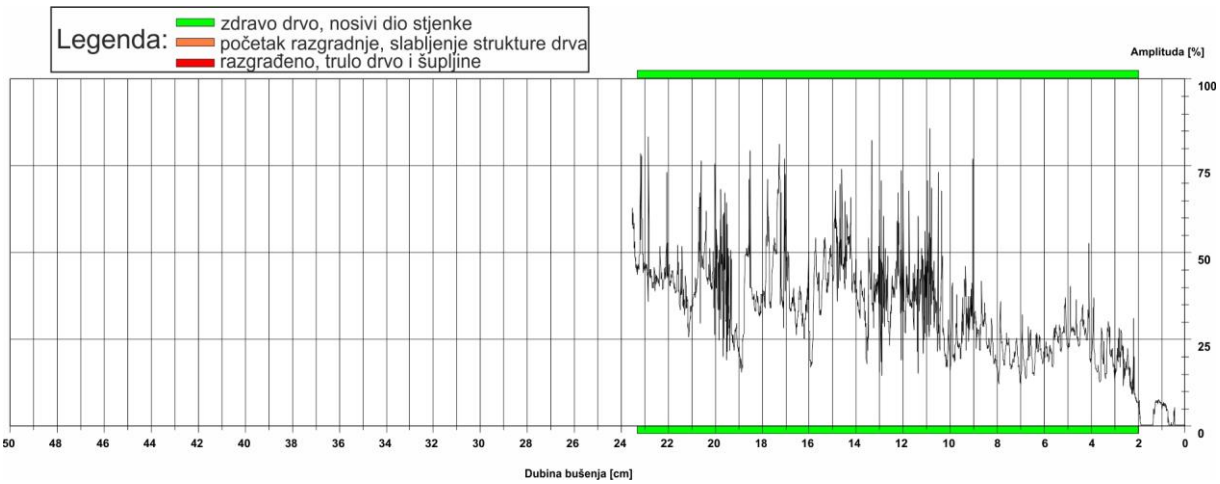

Slika 27: Rezistogram  bušenja 11.1



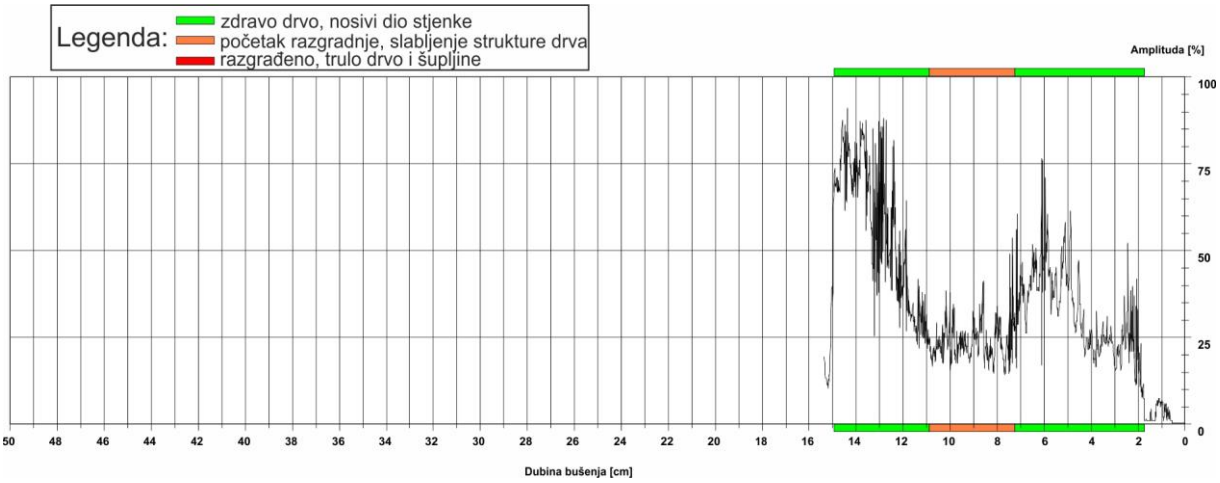

Slika 28: Rezistogram bušenja broj 12



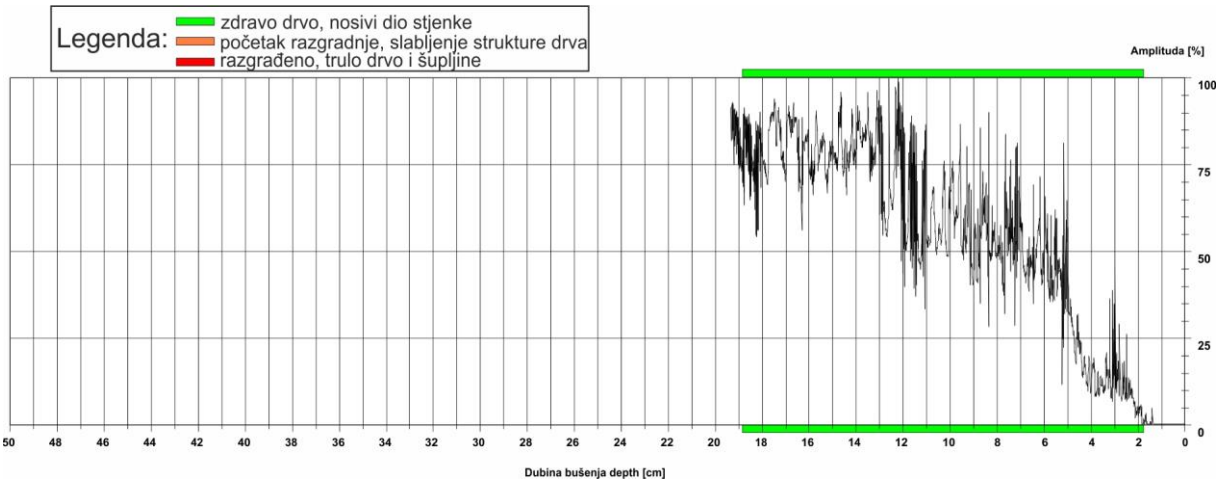

Slika 29: Rezistogram bušenja 12.1



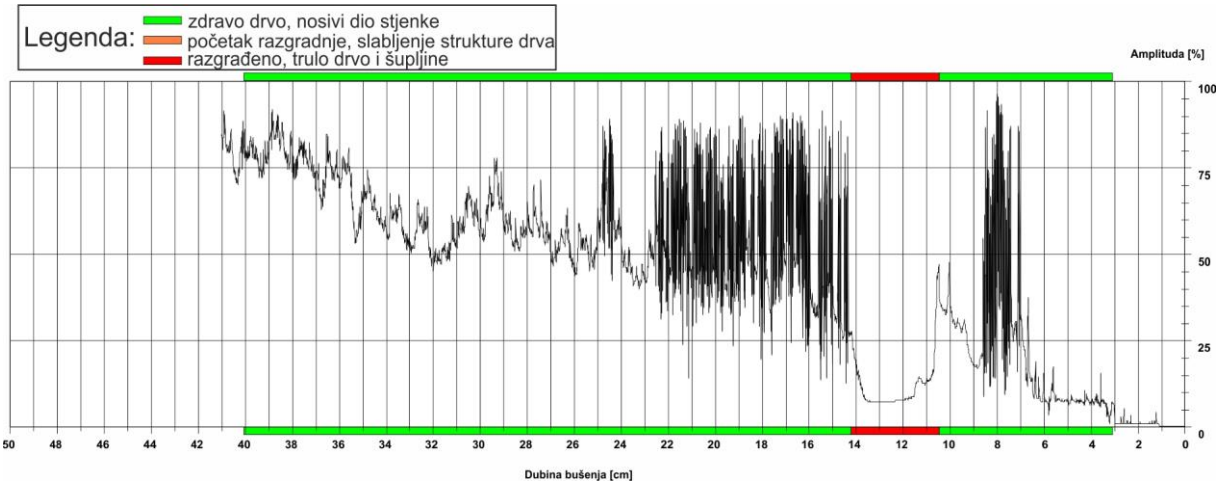

Slika 30: Rezistogram bušenja 13




Slika 31: Rezistogram bušenja 13.1




Slika 32: Rezistogram bušenja 14




Slika 33: Rezistogram bušenja 15

Tablica 13: Tablica rezultata rezistografiranja

| broj bušenja | PROMJER (cm) | polumjer (cm) | polumjer bez kore ( R) cm | t (cm) | t/R |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 40 | 20 | 18 | 18,0 | 1,00 |
| 2 | 32 | 16 | 14 | 13,5 | 0,97 |
| 3 | 44 | 22 | 20 | 20,0 | 1,00 |
| 5 | 48 | 24 | 22 | 22,0 | 1,00 |
| 5. 1 | 38 | 19 | 17 | 17,0 | 1,00 |
| 7 | 22 | 11 | 9 | 8,0 | 0,89 |
| 4 | 44 | 22 | 20 | 20,0 | 1,00 |
| 6 | 35 | 17,5 | 15,5 | 15,5 | 1,00 |
| 8 | 36 | 18 | 16 | 16,0 | 1,00 |
| 8.1 | 31 | 15,5 | 13,5 | 13,5 | 1,00 |
| 9 | 28 | 14 | 12 | 12,0 | 1,00 |
| 10 | 41 | 20,5 | 18,5 | 15,0 | 0,81 |
| 11 | 120 | 60 | 58 | 20,5 | 0,35 |
| 11.1 | 46 | 23 | 21 | 18,1 | 0,86 |
| 12 | 43 | 21,5 | 19,5 | 18,9 | 0,97 |
| 12.1 | 41 | 20,5 | 18,5 | 18,5 | 1,00 |
| 13 | 41 | 20,5 | 18,5 | 18,5 | 1,00 |
| 13.1 | 41 | 20,5 | 18,5 | 14,5 | 0,78 |
| 14 | 34 | 17 | 15 | 15,0 | 1,00 |
| 15 | bušotina duboka 40 cm | 40 | 38 | 33,5 | 0,88 |

Iz rezultata rezistografiranja t/R je u svakom mjestu bušenja bio visok. Kod nekih mjesta bušenja nije bilo zabilježen udio nezdravog odnosno načetog ili trulog drva. Na mjestu bušenja broj 11 udio zdravog drva je 35,34%, unatoč manjoj vrijednosti t/R ne postoji opasnost od loma. Kod bušenja gdje je t/R 1 nije zabilježeno načeto, trulo drvo ili šupljina.

Tablica 14: prikaz udjela mjesta bušenja u odnosu na udio zabilježenog zdravog drva

| omjer | N | % |
|---|---|---|
| t/R=1 | 12 | 60,00 |
| t/R>0,8<1 | 5 | 25,00 |
| t/R<0,8>0,5 | 2 | 10,00 |
| t/R<0,5 | 1 | 5,00 |

# 4. Rasprava

Po Batosu i suradnicima (2014) cvatnja hrasta lužnjaka je trajala 111,1 dana u hrastovo-jasenovoj šumi na Adi Ciganliji, dok je cvatnja hrastova u hrastovo-grabovoj šumi na lokalitetu Bojčinska šuma trajala 103,8 dana. Cvatnja ne počinje ranije od 7. travnja i ne kasnije od 2. svibnja. To se u odnosu na promatrane rezultate razlikuje za 51 dan. Cvatnja kod hrasta lužnjaka u Rakitovcu počinje između 6 i 30 dana ranije.

Po Puchalki i suradnicima (2017) listanje počinje između 18. travnja i 13. svibnja, dok je lišće potpuno razvijeno između 25. travnja i 19. svibnja. U odnosu na hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu listanje počinje između 24 i 43 dana ranije.

Chokeli i suradnici (2016) navode da listanje hrasta lužnjaka počinje između 10. i 24. travnja.

Lišće je potpuno razvijeno između 7. i 12. svibnja. Plodovi sazrijevaju između 4. i 10. rujna te počinju masovno padati sa stabla između 27. i 30. listopada. Uspoređujući navedene podatke hrast lužnjak u Rakitovcu počinje listati između 9 i 23 dana ranije, plod sazrijeva 31 do 32 dana ranije te masovno opada sa stabla 19 do 22 dana ranije.

Seletković i Tikvić (1996) navode da listanje počinje u prvoj polovici travnja te da cvatnja počinje tjedan dana poslije početka listanja. Vegetacijsko razdoblje traje 190 dana.

Podaci o početku listanja hrasta lužnjaka u dvorištu škole u Rakitovcu se poklapaju, ali vegetacijsko razdoblje je kraće u odnosu na podatke Seletkovića i Tikvića za 22 dana.

Muršić (2016) navodi da je masa 1000 zračno suhih plodova iznosila 5832 g, dok je masa pojedinačnog ploda u prosjeku iznosila 6 g. U odnosu na ove podatke masa 1000 zračno suhih plodova je hrasta lužnjaka u dvorištu škole u Rakitovcu je manja u odnosu na podatke iz 2016. godine.

Verscuhgarten (1991) navodi da je masa 1000 zračno suhih plodova hrasta lužnjaka između 3400 i 5000 g, iz čega proizlazi da je masa pojedinačnog ploda između 3,4 i 5 g. U

odnosu na žir iz Rakitovca to je razlika 359 i 1959 g. Pojedinačni žir se razlikuje u odnosu na ove podatke za 2 g. Isti su podaci kod Frehnera i Fürsta (1992) te su prema tome i razlike iste.

Kleinschimit (1993) ima iste podatke te se i tu ponavljaju iste razlike. Martinik i ostali (2014.) navode da je masa 1000 zračno suhih plodova ima masu između 1146 i 4527 g, iz čega proizlazi da je masa pojedinačnog ploda 1,146-4,527 g. U odnosu na žir hrasta lužnjaka u dvorištu škole u Rakitovcu se razlikuje između 1486 i 1895 g. Niinemets i Valladares (2006) navode da je masa 1000 zračno suhih plodova iznosila 2800-4000 g, iz čega proizlazi da je masa pojedinačnog ploda 2,8-4 g. U odnosu na te podatke mjereni podaci za masu 1000 zračno suhih plodova se razlikuju između 241 i 959 g. Pojedinačni plodovi se u masi razlikuju između 0,2-1 g.

Andersson i Frost (1996) navode da je prosječna masa pojedinačnog ploda iznosila 3,5-3,9 g te se tako razlikuje u odnosu na žir iz Rakitovca za 0,5-0,9 g.

Po Brooksu i Wingstonu (1979) masa žira iznosila je 0,5-12 g. U odnosu na žir iz Rakitovca razlikuje se 2,5-9 g. Garcia-Cebrian i drugi (2002) navode da je masa pojedinačnog žira 4,8 grama te se time razlikuje od žira u Rakitovcu za 1,8 g.

Niinemets i Valladares (2006) navode da je duljina pojedinačnog ploda 5-8 cm, a širina 2-3 cm. U odnosu na mjerene podatke se razlikuje za 2,63-5,63 cm u duljinu, dok se u širini razlikuje za 0,51-1,51 cm. Muršić (2016) navodi da je duljina žira 3,33 cm, a širina 1,56 cm, te se time u odnosu na mjerene podatke žira iz Rakitovca razlikuje za 0,96 cm kod duljine, dok se širina razlikuje za 0,07 cm.

Kod Gradečki-Poštenjak i suradnika (2011) vitalitet žira iznosio je 78-97 % , dok je sadržaj vlage u žiru iznosio od 35,6 do 41, 3 %. U odnosu na žir hrasta lužnjaka iz Rakitovca vitalnost se razlikuje 5,5-13.5 % , dok se udio vlage razlikuje 0,8-4,9%

Po Anderssonu i Frostu (1996) udio vlage u žiru je iznosio 41,7-56,4% ; u odnosu na žir iz Rakitovca se razlikuje za 1,2-15,9 %.

Gradečki-Poštenjak i suradnici (2011) Navode da je klijavost žira bila 68-72 %. U odnosu na žir iz Rakitovca razlika je 10-14%.

Po Tepšiću (2014) klijavost žira je bila 70 %; u odnosu na mjerene rezultate razlikuje se za 22%.

Po Pauliću i suradnicima (2015) t/R je iznosio 0,37-1 u odnosu na mjerene podatke, gdje je prosječni t/R 0,91833, što znači da je promatrano stablo zdravije.

Uspoređujući rezultate rezistografiranja sa stablima u Tuškancu gdje je t/R 0,14-1, Zelengaju 0,03-1 i Tuškancu 0,12-1 (Paulić 2015.) s mjerenim podacima koji iznose 0,35 – 1, promatrano stablo je boljeg zdravstvenog stanja.

U odnosu na Perneka i suradnika (2013.) gdje su promatrani vrboliki hrast ( *Quercus phellos* L.) i hrast kitnjak ( *Quercus petraea* L.) i gdje je t/R iznosio 0-0,71, promatrano stablo je boljeg zdravstvenog stanja.

# 5. Zaključak

Na temelju sakupljenih podataka i provedenih istraživanja - o hrastu u Rakitovcu, možemo zaključiti slijedeće:

- Stablo u odnosu na listanje spada u rani hrast *Quercus robur praecox*;
- Prosječna masa pojedinačnog ploda iznosila je3,03 g;
- Prosječna masa 1000 zračno suhih plodova iznosila je 3041 g;
- Prosječna duljina ploda iznosila je 2,38 cm dok je prosječna širina 1,49 cm;
- Udio plodova dobre kvalitete iznosio je 90,25 %, dok je udio plodova loše kvalitete iznosio 9,75 %;
- Vitalitet plodova iznosio je 91,50 %;
- Sadržaj vlage u plodu iznosio je 33 %;
- Laboratorijska klijavost je iznosila 58 %;
- Provedenim laboratorijskim istraživanjima na plodu omogućuje ispunjavanja dio obrazca koji s eodnosi na generativene sposobnosti stabla;
- U žilištu je manja pojava centralne truleži, dok je u deblu neznačajna pojava opadanja brzine zvuka kroz drvo pa se zaključuje da nema značajne načetosti truleži:
- Rezistografiranjem je dobivena prosječna t/R 0,9183 što znači da je udio zdravog drva u stablu iznosio 91,83 %
- VTA procjenom, tomografiranjem i rezistografiranjem omogućuje ispinjavanje dijela obrazca koji se odnosi na zdravstveno stanje stabla te preporuku zahvata njege kojima bi se poboljšalo i sačuuvalo zdravstveno stanej stabla;

- Unatoč tome što se stablo nalazi uz školu te se upotrebljava i kaosvojevrsna"vanjska učionica" tlo nije u opasnosti od pretjeranog zbijanja te nije potrebno ograđivanja stabla ili bilo kakva mehanička pregrada. Postavljanjem takve pregrade bi se izgubio edukativni značaj stabla i smanjila bi se ekonomska iskoristivost kojom se financiraju aktivnosti škole;

Uzimajući u obzir kulturološki značaj predmetnog stabla, predlaže se slijedeće:

- Tiskanjem brošure o hrastu je moguća promocija stabla a i mjesta;
- Stablo može biti uvršteno kao destinacija prilokom turističkih tura po Turopolju;
- Moguća je organizacija kulturno-umjetničkih i drugih programa vezanih uz hrast;
- Kloniranjem sadnica hrasta koje bi imale certifikat bi mogle biti orginalni turopoljski i hrvatski suvenir;
- Sadnjom sadnica ovoga hrasta u drugim školama u Turopolju a i udrugim mjestima povezivalo bi se škole i mjesta;

Što se tiče metodologije ispitivanja i sistematiziranja dobivenih podataka, moguće je zaključiti kako je provedenim istraživanjima moguće popuniti prošireni obrazac za zaštitu stabala iz kategorije spomenika prirode, podkategorije rijetki primjerci drveća.

U sklopu ovog diplomskog rada dan je prijedlog univerzalnog obrasca za monitoring stabala iz kategorije spomenika prirode podkategorije rijetki primjerci drveća, koji se može primijeniti na bilo koje stablo iste kategorije i podkategorije.Navedeni prošireni obrazac bi ispunjen izgledao ovako:

Tablica 15: Popunjeni predloženi obrazac za zaštitu stabala iz kategorije spomenika prirode podkategorije rijetki primjerci drveća

| **Opći podaci** | |
|---|---|
| Naziv zaštićenog stabla: | Hrast lužnjak u dvorištu škole u Rakitovcu |
| Vrsta: | hrast lužnjak (Quercus robur L.) |
| Kategorija zaštite: | Spomenik prirode |
| Podkategorija zaštite: | Rijedak primjerak drveća |
| Broj registra: | 447 |
| Akt o proglašenju: | Odluka KLASA: 021-01/01-01/27, URBROJ: 238/1-01-01-5 |
| Tijelo koje je donijelo akt: | Županijska skupština Zagrebačke županije |
| Broj službenog glasila: | Glasnik Zagrebačke županije 22/01 |
| datum proglašenja: | 08. prosinca 2001. |
| **Lokacija** | |
| Koordinata geografske dužine (x): | 47190 |
| Koordinate geografske širine (y): | 5057095,5 |
| Adresa pripadajućeg objekta: | Rakitovec 312, 10419 |
| Broj katastarske čestice | 1121/4 |
| Grad: | Velika Gorica |
| Županija: | Zagrebačka županija |
| Nadležna ustanova: | Javna ustanova za upravljane zaštićenim područjima i drugim dijelovima prirode na području Zagrebačke županije "Zeleni prsten" |
| **Dimenzije:** | |
| Visina (m): | 18 |
| Prsni promjer ($d_{1,30\,cm}$cm): | 103,5 |
| Opseg debla (cm) | 325 |
| Raspon krošnje (m) | 22 |
| Projeciran površina krošnje ($m^2$): | 380,14 |
| Opis raspona krošnje | Krošnja je simetrično razvijena u svim smjerovima |
| Volumen stabla ($m^3$) | 8,81 |
| **Zdravstveno stanje:** | |
| Dob: | 102 godine |
| Način ustanovljivanja dobi: | / |
| Provedene kontrole i priložena dokumentacija: | Redovna kontrola 2 puta godišnje u razdoblju od 2010 do 2018. i VTA pregled |
| Opis staništa u kojem se stablo nalazi: | Soliterno stablo se nalazi zapadno od zgrade škole. U blizini debla se nalazi klupica. Oko debla prolaze učenici i osoblje škole ali se vozila ne parkiraju |
| Upotrebljeni arborikulturni instrumenti: | Rezistograf IML-RESI F500 i tomograf RINTECH ARBOTOM |
| Provedeni zahvati na stablu | Uklanjane suhe grane |
| Ugroženost: | Mala ferkventnost učenika, osoblja škole i posljetitelja koji povremeno borave ispod krošnje stabla mogu dovesti do zbijanja tla što može dovesti do oštečenja korijena |
| Poduzete mjere zaštite: | / |
| Predviđanja budućeg stanja: | Stablo je dobrog zdravstvenog stanja, nema značajnija oštečenja i nije ugroženo |
| **Generativne sposobnosti** | |
| Urod: | dobar |
| Vitalitet sjemena | 91,50% |
| Laboratorijska klijavost: | 58% |
| **Dodatne napomene** | |
| Kulturuloški značaj: | Stablo spada u vrstu hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) koje je autohtono za kraj u kojem se nalazi te kao takvo djeca uče o prirodnom kraju u kojem se nalaze. |
| Ekonomski potencijal: | Skupljanjem žira se možem financirati aktivnosti škole. |



## 6. Popis literature


- Andersson C., Frost I. Growth of Quercus robur seedlings after experimental grazing and cotyledon removal.Acta Botanica Neerlandica 45(1), 1996, str 85-94.
- Batos B, Šešlija Jovanović D. Miljković Danijela.Prostorna ivremenskavarijabilnost cvjetanjahrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.).izvorni znanstveni članak, Šumarski list 7-8. 2014, str 371-379.
- Brooks P. C., Wingston D. L.Variation of morphological and chemical characteristics of acorns from populations of *Quercus petraea* (Matt.) LiebI., *Q. robur* L. and their hybrids. Watsonia 12, 1979, str 315- 324.
- Chokheli V., Kozlovsky B.,Sereda M., Lysenko V., Fesenko I., Varduny T., Kapralova O., Bondarenko E., Preliminary Comparative Analysis of Phenological Varieties of Quercus robur by ISSR-Markers. Journal of Botany, 2016, Article ID 7910451, str 7 .
- Drvodelić D. Arborikulturni postupci pri konzervaciji starih i posebno vrijednih stabala I dio, Šumarski list 11-12, 2014, 608 - 611.
- Frehner, Fürst. Von Samen bis zur Pflanze Einn Erfahrungsbericht aus dem Forstgarten, Birmensdorf 1992.
- Gradečki- Poštenjak M., Novak Agaba S., Licht R., Posarić D., Dinamikaplodonošenja ikvalitetaurodasjemena hrastalužnjaka (Quercus robur L.) unarušenimekološkimuvjetima, prethodno priopćenje, Šumarski list, poseban broj, 2011, 169 – 181.
- Huljenić G.,Određivanje područja zahvaćenog truleži u urbanim stablima sa zvučnim tomografom , diplomski rad, Šumarski fakultet sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2014.
- International rules for seed testing edition 2009, ISTA, Switzerland 2009.

- Kleinschim J. Interspecific variation of growth and adaptive traits in European oak species, Lower Saxony Forest Research Institute. Department of Forest Tree Breeding W-3513 Staufenberg OT Escherode. Germany 1993.
- Martinik A., Dobrovolony L., Palatova E., Tree growing space and acron production of *Quercus robur*, Dendrobiology, vol 71, 2014, 101 – 108.
- Matković Mikulčić K., Bukovac D., Velika Gorica monografija, Pučko otvoreno učilište Velika gorica,1999, 139.
- Muršić M., Morfološke značajke plodova i sjemena šumskih vrsta drveća i grmlja Hrvatske, završni rad, Šumarski fakultet sveučilišta u Zagrebu, 2016.
- Muršić M. Hrast u Rakitovcu, Dani europske baštine u Velikoj Gorici, Baština i priroda krajolik mogućnosti, Velika Gorica, 2017.
- Paulić V., Prosudbaopasnihstabalakorištenjemvizualnihmetoda iarborikulturnihinstrumenata, doktorski rad, Šumarski fakultet sveučilišta u Zagrebu, 2015.
- Paulić V., Drvodelić D., Mikac S., Gregurović G., Oršanić M., Arborikulturna idendrološkaanalizastanjastabaladivljegkestena (*Aesculus hippocastanum* L.) napodručju gradaVelikeGorice, izvorni znanstveni članak, Šumarski list 1-2 (2015), 21-34.
- Perenek M., Lacković N., Mačak-Hadžiomerović A., Stamenković V. Adapted VTA and SIA method in tree staticassessment with use of resistography. znanstveni rad. Periodicum biologorum Vol. 115, No 3, 2013, 447 - 453
- Puchałka, R. Koprowski, M., Gričar, J. Eur J Forest Res (2017) 136: 259.
- Seletković Z., Tikvić I.Fenološka motrenja hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) u Hrvatskoj. Sever S (ur.), poglavlje u knjizi Zaštita šuma i pridobivanje drva. Hrvatsko šumarsko društvo 1996, 89 – 103. Zagreb.

- Tepšić M., Klijavostsjemena ipočetnirazvojklijanacahrasta lužnjaka ( *Quercus robur* L.) različitih sastojinskih uvjeta, diplomski rad, Šumarski fakultet sveučilišta u Zagrebu, 2014.
- Tikvić I., Ugarković D., Fenologija šumskog drveća, Power point prezentacija, 2014.
- Zakon o zaštiti prirode NN 15/18.
- ***Portal Bioportal.hr (http://www.bioportal.hr/gis/ 12. 09. 2018.).
- ***Portal Državnog zavoda za statistiku (https://www.dzs.hr/ 23. 09. 2018.).
- ***Portal Kronike Velike Gorice (http://www.kronikevg.com/podrucna-skola-rakitovec-medu-najzelenijim-skolama-na-svijetu/ 23. 09. 2018.).
- *** Niinements i Valladares 2006 Forest Ecology and Forest Managment Group, Wageningen university (https://www.wur.nl/en/Research-Results/Chair-groups/Environmental-Sciences/Forest-Ecology-and-Forest-Management-Group/Education/Tree-database/Temperate-Species.htm 12. 09. 2018.)